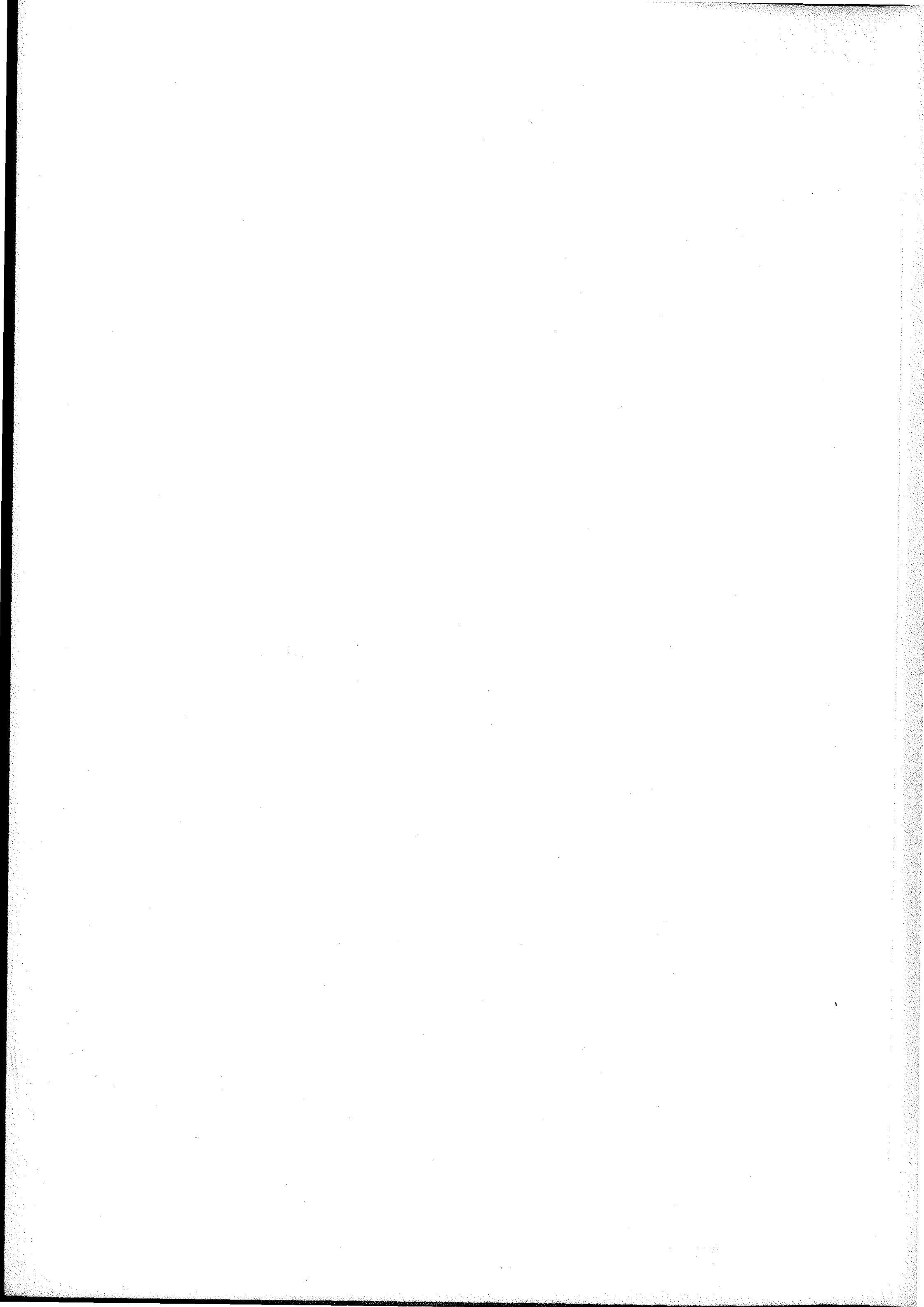


DIE

TELEOLOGISCHE MECHANIK

DER

LEBENDIGEN NATUR

VON

DR. E. F. W. PFLÜGER,

O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BONN.

BONN 1877.

VERLAG VON MAX COHEN & SOHN
(FR. COHEN)

1971
VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

GRUNDLAGENSTUDIEN
AUS
KYBERNETIK
UND GEISTESWISSENSCHAFT

BEIHEFT ZU BAND 11

1971

Verlag Schnelle, Eberhard und Wolfgang Schnelle GmbH, Quickborn

Druck und Einband: Maurischat & Bevensee, Quickborn
Printed in Germany

VORWORT

Der hier nachgedruckte Aufsatz ist bedeutungsvoll, weil in ihm Rückkopplungsprozesse in biologischen Systemen beschrieben werden und daraus ein allgemeines biologisches Gesetz abgeleitet wird. Solche Ansätze lassen sich in der biologischen Literatur vereinzelt immer wieder finden. Soweit bekannt, wird hier aber zum erstenmal versucht, den physiologischen Mechanismus beispielhaft zu erläutern und den Unterschied gegenüber rückkopplungsfreien Systemen zu analysieren.

Eduard Friedrich Wilhelm Pflüger lebte von 1829 bis 1910; er studierte zunächst in Marburg, München und Heidelberg für vier Semester Jura, ab 1850 in Marburg und Berlin Medizin. 1855 promovierte er in Berlin mit einer Arbeit "De nervorum splanchnicorum functione" (Über die Funktion der Darmnerven). Während dieser Zeit arbeitete er in dem physiologischen Laboratorium von Du Bois-Reymond, der sich besonders mit Elektrophysiologie beschäftigte. 1858 habilitierte sich Pflüger in Berlin und wurde 1859 mit 29 Jahren nach Bonn berufen, wo er 51 Jahre lang als Ordinarius für Physiologie wirkte und die Zeitschrift "Archiv für die gesamte Physiologie der Menschen und der Thiere" begründete, die noch heute unter dem Namen "Pflügers Archiv, European Journal of Physiology" erscheint. Seine Arbeiten erstreckten sich über das gesamte Gebiet der Physiologie und Biochemie, insbesondere Neurophysiologie (Rückenmark, Muskelzuckungsgesetze), Entwicklungsgeschichte (Geschlechtsbestimmung, embryonale Entwicklung) und Stoffwechsel (Regulierung des Sauerstoffverbrauchs, Zuckerstoffwechsel).

Die physiologische Forschung in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts war durch das Vordringen experimenteller Methoden gekennzeichnet: es war die Zeit, als Bernard, Helmholtz, Hering, Hoppe-Seyler, Ludwig Pavlov und andere die strengen Methoden der Chemie und Physik in die Physiologie einführten. In dieser Zeit wurde nicht nur eine ungeheure Fülle von Einzeldaten gesammelt, es gelang auch oft, diese in neu gefundenen Gesetzen zu ordnen: das Gesetz von der Erhaltung der Kraft (Mayer 1848), die Evolution der Arten durch natürliche Selektion (Darwin 1859), die Beschreibung der Konstanz des Milieu intérieur in Organismen (Bernard 1878), die mathematische Beschreibung von Rückkopplungsprozessen durch Maxwell (1867/68) und schliesslich der erste Versuch, die Gleichartigkeit rückgekoppelter Systeme in Maschinen und Organismen mit allgemeiner Terminologie zu beschreiben, von F. Lincke (1879).

In diese Zeit fällt die Publikation von Pflügers Aufsatz (1877) "Die teleologische Mechanik der lebendigen Natur". In dem dort entwickelten "teleologischen

Causalgesetz" wird eine Eigenart rückgekoppelter Systeme herausgehoben: die Möglichkeit, solche Systeme unter einem teleologischen Aspekt zu sehen und zu beschreiben. Er erläutert an der Regelung der Pupillenweite den Unterschied zwischen Systemen mit und ohne Rückkopplung und macht plausibel, warum lebende Systeme geregelt sein müssen (S. 78: weil Steuerung, also ein rückkopplungsfreies System "eine praestabilirte unveränderliche Harmonie verlangen würde, die es in der Natur bei unabhängig von einander bestehenden Processen nicht geben kann"). Die Biologie ist eine analytische Wissenschaft; es ist deshalb nicht verwunderlich, dass hier als Charakterisierung eines Regelkreises das Ergebnis, das Anstreben eines bestimmten Zustandes, hervorgehoben wird. Dabei setzt Pflüger das Anstreben eines Sollwerts gleich mit dem "Interesse der Wohlfahrt des Individuums oder der Art". Diese Formulierung wird verständlich, wenn man die weite Verbreitung der Evolutionstheorie bedenkt, die Darwin 18 Jahre früher veröffentlichte und die schliesslich von Spencer zu dem Schlagwort "Survival of the fittest" verkürzt und popularisiert wurde.

Es ergibt sich die auch heute wieder zum Problem gewordene Frage:
Ist eine teleologische Betrachtungsweise eine legitime Methode naturwissenschaftlicher Beschreibung und Erklärung? Pflüger beschreibt Regelkreise, indem er als ihr Charakteristikum die Zielgerichtetheit angibt. Unter zielgerichtetem oder teleologischem Verhalten versteht er, dass ein System einen bestimmten Zustand anstrebt, wie das durch den Mechanismus der Rückkopplung bewirkt wird. Er gebraucht den Begriff Teleologie nicht in dem erweiterten oder vielleicht sogar gebräuchlicheren Sinn, wie er oft als Gegensatz zu "Determinismus" verwandt wird: dass ein jetziges Ereignis durch ein zukünftiges noch nicht eingetretenes Ereignis bestimmt wird. Die Verwendung des Begriffs Teleologie in einer eingeschränkten Bedeutung geht vielmehr daraus hervor, dass er von der "teleologischen Mechanik" spricht, dabei also hervorhebt, dass eine solche teleologische Betrachtungsweise nicht mit einer kausalen Beschreibung im Widerspruch stehen soll. Dies ist ein wesentliches Argument, welches auch Rosenblueth, Wiener und Bigelow in ihrem Aufsatz "Behavior, Purpose and Teleology" im Jahr 1943 hervorhoben. Dieser Aufsatz wurde später von Wiener selbst als seine erste entscheidende Veröffentlichung zur Kybernetik bezeichnet. Da geregelte Systeme definitionsgemäss einen Sollwert haben, kann man sie auch als zielgerichtete oder teleologische Systeme beschreiben, sofern man den Begriff Teleologie in seiner eingeschränkten Bedeutung verwendet.

Rosenblueth, Wiener und Bigelow schrieben 1943: (S. 23/24) "Teleologie wurde früher so definiert, als impliziere sie einen Zweck und oft wurde die vage Vorstellung eines finalen Grundes hinzugefügt. Diese Vorstellung eines finalen Grundes führte zu dem Gegensatz von Teleologie und Determinismus. (...)

Teleologie kam hauptsächlich deswegen in Misskredit, weil ihre Definition einschloss, dass eine zeitlich noch nicht eingetretene Ursache ein gegebenes Ereignis bewirke. Als dieser Aspekt aus der Definition von Teleologie herausgenommen wurde, wurde unglücklicherweise die mit der Teleologie verbundene Erkenntnis aufgegeben, wie wichtig Zwecke sind. Da wir glauben, dass der Begriff Zweck wichtig für das Verstehen bestimmter Verhaltensweisen ist, meinen wir, dass teleologische Fragestellungen brauchbar sind, wenn sie die Problematik der Kausalität vermeiden und sich selbst nur mit der Erforschung von Zweck befassen.

Wir haben den Begriff teleologisches Verhalten eingeschränkt, indem diese Bezeichnung nur für zielgerichtete Reaktionen verwandt wurde, die durch den Fehler der Reaktion kontrolliert werden - durch die Differenz des Zustandes des sich verhaltenden Objekts zu irgendeiner Zeit und dem finalen Stadium, der als Zweck interpretiert wird. Teleologisches Verhalten wird dann synonym mit Verhalten, das durch negative Rückkopplung kontrolliert wird und gewinnt durch diese genügend eingeschränkte Bedeutung an Präzision".

In mehreren Veröffentlichungen ist seither gezeigt worden, dass eine solche teleologische Beschreibung prinzipiell in eine kausale (im engeren Sinn deterministisch als auch im weiteren Sinn statistisch) nicht-teleologische übersetzt werden kann (Stegmüller, Nagel, u.a.). Damit ist nachgewiesen, dass eine teleologische Beschreibung eine legitime naturwissenschaftliche Methode ist. Hat sie aber Vorteile gegenüber anderen Formen der Beschreibung? Es scheint, dass sie uns sehr komplexe Sachverhalte verständlich machen kann. Die genaue anatomische Beschreibung eines Vogelflügels z.B. wird uns unverständlich bleiben, wenn man nicht weiss, dass er zum Fliegen da ist. Der Mensch ist gewohnt, seine Umwelt neben dem analytischen auch oder vielleicht in erster Linie unter einem pragmatischen Aspekt zu sehen. Es scheint, dass er Gegensätze seiner Umwelt besser versteht, wenn er weiss, wozu sie da sind. Es hinterlässt ein psychologisches Unbehagen, wenn - besonders in der Biologie - mit viel Einzeldaten ein Mechanismus beschrieben wird, ohne dass erwähnt wird, wozu er "eigentlich da ist". Eine solche Beschreibung birgt Gefahren, wenn man Sollwerte als "evident" anerkennt, statt sie aus einer genauen Analyse des zugrunde liegenden Regelkreises abzuleiten. Dies konnte Pflüger noch nicht und möglicherweise sind ihm deshalb einige Fehler unterlaufen. Dies kann jedoch nicht als Argument gegen eine teleologische Beschreibung gelten. Es war Pflügers Verdienst, eine solche Möglichkeit der Beschreibung und Erklärung bei einer grossen Zahl von Phänomenen versucht zu haben; eine Methode, die erst mit der Entwicklung der Kybernetik und der formalen Beschreibbarkeit geregelter Systeme legitimisiert wurde.

VOLKER HENN

Literatur:

Lincke, F.: Das mechanische Relais. VDI-Zeitschrift 23, 509-524 und 577-616 (1879) und
Nachdruck: Beiheft zu Bd. X der Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft (1969)

Maxwell, J.C.: On Governors, Proc. Roy. Soc. 16, 270-283 (1867/68)

Nagel, E.: The Structure of Science, New York: Harcourt, Brace and World, 1961

Rosenblueth, A., Wiener, N., Bigelow, J.: Behavior, Purpose, and Teleology, Phil. Sci. 10, 18-24 (1943) - Deutsche Ausgabe: Beiheft zu Bd. VIII der Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft (1967)

Stegmüller, W.: Einige Beiträge zum Problem der Teleologie und der Analyse von Systemen mit zielgerichteter Organisation. Synthese 13 5-40 (1961) und
Nachdruck: W. Stegmüller, Aufsätze zur Wissenschaftstheorie, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1970.

DIE

TELEOLOGISCHE MECHANIK

DER

LEBENDIGEN NATUR

VON

DR. E. F. W. PFLÜGER,

O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BONN.

BONN 1877.

VERLAG VON MAX COHEN & SOHN

(FR. COHEN)

Vorwort.

In der vorliegenden Abhandlung habe ich ein Princip aufgestellt, nach welchem die Natur das zweckmässige harmonische Zusammenwirken der Organe und Organtheile der lebendigen Wesen regelt. Dieses Princip ist ebenso einfach als allgemein und für das Verständniss wie für die Entdeckung von Naturerscheinungen förderlich. Ich suchte an einer grossen Zahl von Naturprocessen, die hinreichend genau untersucht sind, die Anwendung zu zeigen und streitige Fragen damit zu erledigen. Da das Princip nicht bloss für Physiologen, sondern auch für Aerzte, sowie für Alle, deren Aufgabe die Erklärung der lebendigen Natur ist, von Interesse sein dürfte, wünschte ich im Einverständniss mit dem Herrn Verleger diese Abhandlung, welche bereits im Bande XV des Archives für die gesammte Physiologie von 1877 erschienen ist, durch Veranstaltung einer separaten Ausgabe einem grösseren Leserkreise leichter zugänglich zu machen. Diese Ausgabe unterscheidet sich von der ursprünglichen nur durch einige unwesentliche Verbesserungen und Zusätze.

Bonn, den 26. April 1877.

Der Verfasser.

§ 1. Einleitung.

Die oberflächlichste Betrachtung der Gesammtheit der Processe in einem lebendigen Wesen zeigt sofort, dass sie in strengem Sinne niemals ein dynamisches Gleichgewicht darstellen. So ändert ein reissender Bergstrom, der Felsblöcke fortrollt und sein Bett durchwühlt, in jedem Moment den Wellenschlag und den Verlauf. In dem ewigen Wechsel der Arbeit der das Leben erzeugenden Kräfte lässt sich bis jetzt nur Ein allgemeiner Gesichtspunkt finden, der ihr Wirkungsgesetz, wenn auch nicht absolut, so doch der Regel nach beherrscht. Diesem zufolge treten jedesmal nur solche Combinationen von Ursachen in die Wirklichkeit, welche die Wohlfahrt des Thieres möglichst begünstigen. Dieses bewahrheitet sich selbst dann, wenn ganz neue Bedingungen künstlich in den lebendigen Organismus eingeführt worden sind.

Was ist merkwürdiger, als dass sogar bei den hochorganisirten Säugethieren der ausgeschnittene Gallengang sich wieder erzeugt? dass ein durch blutige Operation entferntes beträchtliches Stück des Nervenstammes eines höheren Thieres aufs Neue geschaffen wird und die zusammengehörigen unter den vielen Tausenden von Ner-

venfasern sich wieder mit einander verknüpfen, obwohl es weder der Mikroskopie, noch der Chemie, noch dem physiologischen Experimente gelungen ist, die Spur eines materiellen Unterschiedes an den verschiedenen Nervenfasern zu entdecken? Was ist wunderbarer, als dass der Organismus sich an die verschiedensten organischen und anorganischen Gifte, die doch die verschiedensten Aenderungen hervorbringen, bis zu einem gewissen Grade gewöhnt, zuweilen sogar wie beim Impfen nach nur einmal stattgehabter Einwirkung eine derartige veränderte Combination der Lebensfaktoren eingeht, welche besonders geeignet ist, dem schädlichen Einflusse zu widerstehen? Endlos wäre die Reihe von Thatsachen, welche man zur Erhärtung des Satzes aufzählen könnte, dass die Variation der zahllosen Lebensfaktoren je nach den Umständen verschieden, aber der Regel nach durch kein anderes Princip beherrscht scheint als das der zweckmässigsten Sicherung der Existenz.

---

§ 2. Psyche und Instinkt.

Wenn wir sehen, dass ein Thier, ähnlich wie der Mensch, seine Handlungen den jeweiligen Zuständen der es umgebenden Körperwelt fortwährend so anpasst, wie es für seine Wohlfahrt am vortheilhaftesten ist, dann schliessen wir, dass jene Handlungen durch Ueberlegungen bestimmt seien, also der Ausfluss eines mit Bewusst-

sein begabten psychischen Vermögens. Ich gebrauche das Wort »Bewusstsein« hier in der allgemeinsten Bedeutung für jeden beliebigen noch so dunklen Vorgang, der ohne die Betheiligung der seelischen oder geistigen Kraft des sogenannten »Ich« nicht denkbar ist. Ich halte die Annahme eines mit Bewusstsein verbundenen seelischen Vermögens bei den Thieren für hinreichend sicher; denn obwohl das »Ich« überhaupt kein Mittel besitzt, mit absoluter Nothwendigkeit zu beweisen, dass ausserhalb des eigenen Bewusstseins noch ein anderes existirt, zweifelt daran doch Niemand, so lange es sich um den Menschen handelt. Der Schluss auf das Thier ist aber nicht von wesentlich anderer Natur.

Wir bemerken nun ferner, dass auch diejenigen Organe der Thiere, auf deren Arbeit die bewusste Seele keinen Einfluss ausübt, in analoger Weise wie das Gesammtthier den wechselnden Verhältnissen gegenüber ihre Arbeit zweckmässig reguliren und wundern uns nicht, wenn der grosse Heros des Alterthums Aristoteles in allen Organen eine psychische Kraft sucht und Alexander von Humboldt sagt, dass er nicht entscheiden wolle, ob die Vorgänge in den lebenden Wesen mit einer vorstellenden Thätigkeit verknüpft wären.

Nach Aristoteles existirt eine Psyche, welche die Entwicklung und Ernährung aller Organe leitet, als letzte Entelechie[1]) oder wirkende Kraft; gleichwohl lebt sie

---

1) Eduard Zeller, Die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung. Tübingen 1860. II. Aufl. II. 2. pg. 371.

nicht ohne den lebendigen Körper und entbehrt der Individualität..

»Denn es kann«, sagt Aristoteles[1]), »weder eine Seele in einem anderen Dinge sich befinden, als in demjenigen, dessen Seele sie ist, noch kann es einen Theil geben, der ohne Seele ist, ausser insofern man ihn (uneigentlich) mit demselben Namen belegt, wie man von dem Auge eines Todten spricht.«

Ferner: »Somit ist einleuchtend, dass es Etwas gibt, was die Theile (Organe) bildet, aber nicht in der Art, dass es ein individuelles Wesen wäre oder als der erste vollendete Theil in ihm vorhanden wäre«[2]).

Merkwürdig bleibt, dass Aristoteles trotzdem alle Seelenthätigkeit, also auch die seiner Ernährungsseele nicht an die gemeine Materie, sondern an ein höheres Substrat[3]) gebunden denkt, obwohl nur die bewusste Denkseele — die *ψυχὴ νοητική* — rein göttlich ist, und nicht wie die ernährende Seele — die *ψυχὴ θρεπτική* — sich gleichzeitig in und mit dem Körper entwickelt hat, sondern von Aussen hineingekommen ist. Denn:

---

1) Aristoteles, Zeugung und Entwicklung der Thiere, Ausgabe von H. Aubert u. Fr. Wimmer. Leipzig 1860. pag. 141:

„οὔτε γὰρ ψυχὴ ἐν ἄλλῳ οὐδεμία ἔσται πλὴν ἐν ἐκείνῳ ου γ' ἐστίν, οὔτε μόριον ἔσται μὴ μετέχον ἀλλ' ἢ ὁμωνύμως ὥσπερ τεθνεῶτος ὀφθαλμός.“

2) Aristoteles, Zeugung u. Entwicklung ed. Aubert u. Wimmer pg. 139:

„ὅτι μὲν οὖν ἔστι τι ὃ ποιεῖ, οὐχ οὕτως δὲ ὡς τόδε τι, οὐδ' ἐνυπάρχον ὡς τετελεσμένον τὸ πρῶτον, δῆλον.“

3) Eduard Zeller a. a. O. pg. 372. 374.

»Es bleibt aber übrig«, sagt Aristoteles[1]), »dass das Denkvermögen allein von aussen (nämlich in den Körper des sich entwickelnden Embryo) hineinkomme und allein göttlich sei. Denn seine Thätigkeit hat mit keiner körperlichen Thätigkeit Gemeinschaft. Jedes Seelenvermögen scheint nun an einen andern Körper gebunden zu sein, der von höherer Art ist als die sogenannten Elemente. Wie sich aber die Seelen unter einander nach ihrem höheren oder niederen Range unterscheiden, ebenso unterscheidet sich auch das Substrat derselben.« (Ich zweifle daran, dass Aristoteles der Autor dieser Stelle ist.)

Die Aufklärung des in den Lehren des grossen Philosophen zuweilen hervortretenden Mangels an innerer Consequenz ist mit ganz besonderen Schwierigkeiten verbunden, weil nach der competenten Ansicht des berühmten Philologen J. Bernays[2]), »kein von Aristoteles allseitig ausgearbeitetes und veröffentlichtes Werk vorliegt, sondern nur eine Reihe vorläufiger Aufzeichnungen, deren Bestimmung zum Gebrauch bei seiner mündlichen Lehrthätigkeit von vorn herein wahrscheinlich war und durch die neueren, der aristotelischen Literärgeschichte zuge-

---

1) Aristoteles. Zeugung und Entwicklung etc. Editio Aubert und Wimmer pg. 150:

„λείπεται δε τὸν νοῦν μόνον θύραθεν ἐπεισιέναι καὶ θεῖον εἶναι μόνον. οὐθὲν γὰρ αὐτοῦ η ἐνέργεια κοινωνεῖ σωματικῇ ἐνεργείᾳ. πάσης μὲν οὖν ψυχῆς δύναμις ἑτέρου σώματος ἔοικε κεκοινωνηκέναι καὶ θειοτέρου τῶν καλουμένων στοιχείων· ὡς δὲ δεαφέρουσι τιμιότητι αἱ ψυχαὶ καὶ ἀτιμίᾳ ἀλλήλων, οὕτω καὶ ἡ τοιαύτη διαφέρει φύσις.“

2) Aristoteles' Politik von Jacob Bernays, 1872. pg. 212.

wandten Forschungen immer deutlicher hervortritt. Es liegt in der Natur der Sache, dass bei der Redaction solcher nachgelassener Papiere des Aristoteles alle die Uebelstände in vollem Maasse eintraten, welche z. B. bei der Herausgabe der Hegel'schen Vorlesungen, denen ja auch von Hegel selbst verfasste Hefte zu Grunde liegen, nicht ausgeblieben sind.« Was aber in unserem Falle die Sache wesentlich weiter schädigt, ist die Nothwendigkeit, dass der Erklärer des Aristoteles nicht bloss ein erfahrener Naturforscher, sondern auch ein eben so vollkommener Kenner der altgriechischen Sprache und Literatur sein muss.

Wer sich deshalb um so mehr zum Tadel gegen mich berechtigt glaubt — und solchen erwarte ich natürlich nur von einer bestimmten Art unter den Naturforschern — dass ich trotzdem auf diese um Jahrtausende von uns entfernt liegende Literatur zurückkomme, den bitte ich zu erwägen, dass es sich hier um allgemeine Fragen handelt, die von Ihm, einem der grössten Genie's aller Zeiten untersucht wurden, von Ihm, der so gewaltig war, dass Sein Name nach zwei Jahrtausenden noch mit solchem Glanz im Gedächtniss der Besten fortlebt.

Das Grossartige in den oben mitgetheilten Gedanken liegt in der Erkenntniss der Analogie, welche zwischen der zweckmässigen, also vernunftgemässen Arbeit der lebendigen Organe des Körpers und der Thätigkeit der bewussten denkenden Seele — *ψυχὴ νοητικὴ* — besteht. Weiter aber mag ich selbst Ihm nicht folgen. Es gibt keine Rechtfertigung für die Annahme, dass die wirk-

samen Kräfte der lebendigen Organe an etwas Anderes gebunden seien als an die gemeine Materie, welche diese Organe zusammensetzt. Die naturwissenschaftliche Analyse der Lebensprocesse spricht vielmehr dafür allein, dass diese Kräfte nichts als die der gemeinen Materie immanenten Qualitäten seien. Da nun meiner Ansicht nach die zahllosen Lebenserscheinungen — trotz allen Scheines der tiefsten Verschiedenheit — doch nur Variationen eines und desselben Grundphänomenes sind, so scheint mir allerdings der Schluss nahe zu liegen, dass die verschiedenen Seelen des Aristoteles mit Einschluss der bewussten denkenden Seele Schwestern derselben Art seien. Diesem Schluss entsprechend, tritt uns die heute nicht lösbare Frage entgegen, ob die so wunderbar zweckmässige, also vernünftige Arbeit, die **alle** Zellen verrichten, nur in den Ganglienzellen des centralen Nervensystemes von dem hellen Tage des Bewusstseins erleuchtet wird, während die specifisch analoge Arbeit der anderen Schwesterzellen des Organismus, auch selbst der schwachen Dämmerung eines Bewusstseins entbehrt, das dem Gehirnbewusstsein [1])

---

1) Das Wort „Gehirn" gebrauche ich in dieser Abhandlung als abgekürzten Ausdruck für das ganze centrale Nervensystem, da ich meine Ansichten über die sensorischen Funktionen des Rückenmarks nicht aufgegeben habe. Denn ich halte die gegenwärtig von fast allen Physiologen getheilte Ansicht über die Natur der Bewegungen hirnloser (resp. enthaupteter) Thiere für einen Irrthum. — Schon deshalb, weil uns die Selbstbeobachtung zeigt, welche Bewegungen reflectorisch, d. h. ohne Zuthun des Willens und welche nur durch den Willen veranlasst werden und nicht ohne ihn geschehen. — Jeder Polyp zeigt die Theilbarkeit des

(dem Ich) verborgen bleibt, weil zwischen beiden kein direkter Verkehr besteht. — Sobald es aber gelingt, alle

---

sogenannten Ich, und jeder getheilte Magnet lehrt, wie etwa ein einheitliches Wesen in mehre ganz analoge wieder einheitliche Wesen verwandelt werden kann. — Wenn das grosse Gehirn allein der Sitz der psychischen Kraft, also das eigentliche Centrum des ganzen Nervensystemes wäre, wie könnte dann bei den niedrigsten Wirbelthieren (Amphioxus lanceolatus) das Gehirn ganz verschwinden und nur das Rückenmark übrig bleiben oder doch ein Organ, das wesentlich nur Rückenmark ist? Wohl nicht ganz bedeutungslos ist es deshalb, dass dem Rückenmark einiger Fische nicht bloss am Vorder-(Hirn)ende, sondern auch an den tieferen Theilen desselben gehirnartige gewölbte Halbkugeln aufsitzen. Die höheren Thiere — zur Elimination meines vom Amphioxus und Polyp entnommenen Einwandes — für allein beseelt, die niederen für Reflexmaschinen zu erklären, ist inconsequent, da Niemand die Grenze bezeichnen kann. Beim Menschen müsste die Seele dann erst einige Wochen nach der Geburt in den Leib fahren. Dabei wäre es doch merkwürdig, dass der Neugeborene sich in den ersten Zeiten, wo die willkürliche Bewegung noch so wenig ausgebildet ist, nicht einmal kratzen kann, wenn es ihn juckt, was ja bekanntlich nach der heutigen Theorie keine willkürliche, sondern eine Reflexbewegung ist. — Das Gehirn entsteht mit dem Rückenmark beim Embryo aus derselben Grundlage und besteht mit ihm aus denselben Gewebselementen, zwischen denen keinerlei mikroskopischer oder chemischer Unterschied bis jetzt hat nachgewiesen werden können. Niemand läugnet, dass das centrale Nervensystem das Substrat der psychischen Processe ist, und Jeder weiss, dass das Rückenmark ein Theil des centralen Nervensystemes ist. Allen anderen Arten zu schliessen entgegen soll trotzdem der Eine Theil etwas ganz anderes sein als der andere Theil, obwohl tagtäglich die Thatsachen mehr für den stark centralen Charakter des Rückenmarks sogar bei den Säugethieren sich aussprechen. Die lebenszähe Salamandra (mac.), die nur verlängertes und Rückenmark, also keinen etwa specifischen Hirntheil besitzt, beträgt sich wie ein nicht ent-

zweckmässigen Thätigkeiten der Organe auf eine absolute Mechanik zurückzuführen, was hier mein Ziel ist, fehlt die Veranlassung zur Annahme einer Psyche als unmittelbarer Ursache der Erscheinungen. Es bleibt dann indessen das allerdings schwerste aller Probleme, ob auch die bewusste Psyche selbst eine Naturerscheinung von analoger Art sei, wie die vernunftgemässe Arbeit aller Organe.

Sind nun, so frage ich ferner, umgekehrt alle mit den psychischen und geistigen Thätigkeiten des Gehirnes überhaupt wesentlich verknüpften Vorgänge von dem Lichte

---

hirntes Thier. — Obwohl man mir hat zugeben müssen, dass die centralen Enden der Körpernerven (nicht Kopfnerven!) nicht wie man vor mir consequenter Weise annahm, im Gehirn, sondern im Rückenmarke liegen, sollen diese Enden jetzt nur mittelbar mit der „Psyche" im grossen Gehirn durch Zwischenapparate in Verkehr stehen, und die möglichst günstige Beziehung der „Psyche" zu der Aussenwelt, nämlich ihre unmittelbare Communication mit den einzelnen centralen Enden der Nerven nicht existiren. — Viele beurtheilen diese Frage aus der Voraussetzung der Richtigkeit der baaren Hypothesen, die sie sich gebildet haben über das Wesen des psychischen Processes, des grössten Räthsels der Welt, von dessen Lösung bis heute Niemand auch nur den Schatten einer Ahnung hat. — Einige, wie Emil du Bois-Reymond, gehen sogar in dieser Frage so weit, ihre doch unzweifelhaft mindestens nicht bewiesenen Ansichten als wissenschaftlich festgestellte Thatsachen gegen mich zu verkünden. Nicht einmal soll also zugestanden werden, dass die Frage controvers sei!!!

Die Descendenztheorie hat gezeigt, dass es Jahrhunderte gibt, in denen die grössten Wahrheiten überall wie Vagabunden von der Gelehrtenwelt mit Hohn und Spott verstossen werden und überall verschlossene Thüren finden. So ist es hier.

des Bewusstseins erleuchtet? Gewiss ist, dass in dem centralen Nervensystem öfters Processe ablaufen, welche entweder dem Ich verborgen sind oder doch — ohne vorausgegangene und dem Zweck gemässe rechnende Arbeit des Verstandes — bewusste Vorstellungen und Wünsche zur unmittelbaren nothwendigen Folge haben, wie sie das weiseste Nachdenken zur Erreichung eines bestimmten Zieles nicht vernünftiger hätte zeitigen können.

Lehrreiche und überzeugende Beispiele liefern uns hierfür zunächst die Aeusserungen des sogenannten »Instinktes« der Thiere. Die vernünftige instinktive Handlung ist vom bewussten »Ich« gewollt, aber nicht ihrer Bedeutung nach durch eine bewusste vorausgegangene Ueberlegung motivirt oder veranlasst. Mit wählerischer Sorgfalt baut der Singvogel sein kunstreiches Nest, die Biene ihre Waben — sie wollen bewusst das Rechte, ohne den Zweck zu bedenken. Man könnte meinen, ein geheimer Genius errege in diesen Wesen, weil es ihnen an bewusster logischer Kraft gebricht, zur rechten Zeit die rechten Gedanken, Wünsche und Strebungen. Kaum ist der Schmetterling seiner Puppe entschlüpft, erhebt er sich in die Luft — ein Virtuos unter den Fliegern, der seine Kunst nie erlernt hat; umschwärmt die ihm Nahrung bietenden Blumen, die er nie gesehen und lässt sich auf ihnen nieder; er findet und saugt ihren Honig, dessen Existenz ihm verborgen war. Kennten wir genauer das Reich der Atome und Molecüle in der lebendigen Zelle, wir würden im Kleinen überall wiederfinden, was uns hier im Grossen so viel Erstaunen einflösst. So

fein indessen dieses Spiel auch sei, so streng gehorcht es trotzdem dem Causalgesetz. Mehrmals habe ich die Aeusserungen des Instinktes experimentell erforscht und gebe einige charakteristische Resultate.

In einem von hohen Mauern umgebenen Garten erzog ich ganz isolirt ein Truthuhn. Im Frühjahr begann das Thier, welches niemals begattet worden war, Eier zu legen und zwar 16 Stück. Selbstverständlich waren die Eier nicht entwicklungsfähig. Daraus folgt also, dass der Eileiter des weiblichen Vogels die vollkommen zwecklose bedeutende Arbeit und Ausgabe übernimmt, ein unbefruchtetes Ei so auszustatten, als ob es zur Entwicklung bestimmt sei Das Ei erhält seine Eiweisshülle, seine Chalazen, seine Schaalenhaut, seine Kalkhülle. Die für Ausstattung des Vogeleies bestimmte Thätigkeit des Eileiters ist also auf die Voraussetzung basirt, dass ein Ei immer befruchtet werde.

Meine jungfräuliche Henne suchte sich eine bestimmte, hoch gelegene, sonst von Gebüsch etwas verdeckte Stelle, kratzte eine flache Grube und legte hierher ihre sämmtlichen Eier, als ob diese einer zukünftigen Pflege bedürften.

Nachdem das Huhn das sechszehnte Ei gelegt hatte, begann es zu brüten. Ich liess ihm nur ein paar Eier und wartete ab, wie lange das dauern würde. Der Vogel sass aber Tag um Tag, sich immer nur ganz kurze Zeit von dem Neste entfernend, um Futter einzunehmen und dann schnell zum Brütegeschäfte zurückzukehren. Als dies über eine Woche gedauert hatte, nahm ich dem

Huhn alle Eier fort. Dieses aber liess sich in seinem Brütegeschäft nicht stören, sondern wärmte den nackten blanken Erdboden. So sass das Thier mehre Wochen und wurde in seinem Geschäfte immer eifriger, so dass es seltner zum Futter ging und sichtlich abmagerte. Als ich es von seinem leeren Neste mehrmals entfernte und in entlegene Gegenden des Gartens brachte, kehrte es mit grosser Geschwindigkeit zu seinem Neste zurück, um seinem Instinkte zu genügen und den Erdboden zu bebrüten.

Diesen merkwürdigen Versuch habe ich in dem Jahre darauf mit wesentlich demselben Erfolge an einem anderen Truthuhne wiederholt.

Der Eileiter hat das entwicklungsunfähige Ei mit Hüllen versorgt, als enthielte es den Keim eines jungen Vogels; die jungfräuliche Henne hat ein Nest hergestellt und das Brütegeschäft willkürlich übernommen, obwohl ihr dieses doch ganz unbekannt war, ja obwohl die Eier in diesem Falle keiner Sorge bedurften; das Huhn fuhr sogar zu brüten fort, als selbst der äussere Schein einer Veranlassung zum Brüten nicht mehr existirte.

Hier erkennt man klar in einer Reihe der verschiedensten vegetativen und psychischen Thätigkeiten des Vogels eine Mechanik, deren Ablauf seine ganze Veranlassung in der Production des Eies findet, gleichgültig, ob das Ei es auch bedarf, ja ob es überhaupt nach dem Legen noch existirt. Dass bei intelligenteren Vögeln der instinktive Trieb durch den Verstand corrigirt werden kann und wird, thut der principiellen Wichtigkeit meiner

Beobachtungen am brütenden jungfräulichen Truthuhne keinen Abbruch.

Dieser Versuch zeigte, dass die instinktive Handlung des Brütens nicht bloss bewusst gewollt, sondern auch mit Leidenschaft erstrebt wurde. Denn das Huhn rannte, wenn ich es weit von seinem leeren Neste forttrug, sofort wieder zu demselben zurück. Man erkennt aber gleichzeitig, dass der eigentliche Zweck der instinctiven Handlung nicht im Bewusstsein wirkt, da diese fortgesetzt wird, wenn der Zweck nicht mehr existirt. Die Anregung zum Brütegeschäft geht wahrscheinlich von dem Eierstock und Eierleiter aus, die wegen der bedeutenden Substanzverluste, welche sie erfahren haben, in Regeneration begriffen sind. Doch ist die Frage so einfach nicht, weil auch viele männlichen Vögel das Brütegeschäft ausüben, bei denen man nothwendig andere Motive voraussetzen muss.

Es scheint mir, dass auch in dem Menschen Gedanken und Wünsche entstehen, die höchst vernünftige, auf sehr reale Zwecke scheinbar berechnete Handlungen zur Folge haben, ohne dass diese Zwecke das bewusste Motiv der Seele sind.

Mit den Jahreszeiten und den physiologischen Zuständen unseres Körpers richtet sich unser Appetit bald dieser bald jener Art von Nahrungsmitteln mehr zu. Wer mehre Tage grosse Mengen des besten Fleisches gegessen hat, empfindet, wenn er wieder hungrig wird, eine grössere Neigung zu Amylaceen, Gemüsen und Früchten. Jede einförmige Kost erzeugt eine Veränderung der Richtung

des Appetites, welche offenbar die normale Ernährung des Körpers wieder herzustellen geeignet ist. Wir nehmen also willkürlich bald diese bald jene Speise in bald grösserer, bald kleinerer Menge; unser Zweck ist: die Beseitigung des Hungergefühles und die Erreichung der grössten Lust. Der Zweck der Natur: Erhaltung des Lebens und Förderung der Gesundheit. — Was für den Hunger, gilt principiell auch für den Durst. —

Bald flieht der Mensch das Geräusch und die Arbeit, weil sie ihm widrig; bald sucht er sie auf, weil er sich daran ergötzt. Dort bedarf er Ersatz für Verlust, hier der Verwandlung gestauter Spannkraft in Arbeit. Denn Beides ist für die Gesundheit nothwendig und sie ist der Zweck der Natur. —

Wenn wir uns dem Rande einer steil abfallenden Felswand nähern und in die Tiefe hinabschauen, ergreift uns das Gefühl des Schwindels, das mit magischer Kraft uns von dem Betreten des äussersten Randes abhält. Man hat dieses Gefühl aber auch dann, wenn man sich in solcher Lage befindet, dass ein Herabstürzen absolut unmöglich ist; auch ist dieses Gefühl von dem der Furcht ganz verschieden, die noch so stark die Seele erregen kann, ohne dass die Spur des Schwindels bemerkt wird. Dieser schützt also das Leben und bestimmt das Fernbleiben von gefährlichen Abgründen und Höhen. Freilich verliert Mancher, wie viele Seiltänzer, durch Schwindel das Leben, weil er dem Instinkt entgegen die Gefahr missachtet, was nur die Wichtigkeit desselben bezeugt. — Für die Erklärung des Schwindels erscheint es ferner

von Belang, dass man auch beim Hinaufblicken nach der Spitze eines sehr hohen Thurmes schwindelig werden kann, obwohl man sich am Fusse desselben auf ebener Erde befindet; ganz ebenso, wenn man einen hoch in den Wolken befindlichen Luftballon fixirt, ja sogar wenn man sich in irgend welcher Lage des Körpers nur eine solche „schwindelnde“ Höhe oder Tiefe vorstellt. Daraus folgt, dass es die Vorstellung einer ungeheuren Höhe ist, welche sich mit dem Gefühl des Schwindels nothwendig verknüpft. — Dass das Anschauen der Wolken oder des Mondes denselben gewöhnlich nicht erzeugt, hat wohl darin seinen Grund, dass diese uns so gewohnten Erscheinungen die Aufmerksamkeit des Beschauers auf die Form, Farbe, Helligkeit lenken, d. h. auf die Unterscheide, welche sie von einem Tage zum andern zeigen, keineswegs aber auf den Abstand von der Erde, den zu beurtheilen uns jedes Mittel fehlt. Wenn wir jedoch einen Stern mit der Vorstellung seiner ungeheuren Höhe über uns betrachten, stellt sich auch das Gefühl des Schwindels ein. —

Das Grauen und Fliehen der Menschen vor der Leiche scheint mir auch nicht hinreichend dadurch motivirt, dass sie Jedem die Vergänglichkeit des Lebens ad oculos bezeugt. Denn Niemand bezweifelt seine Sterblichkeit, und Jeder weiss, dass der Tod Anderer seine eigene Todesstunde nicht bestimmt. Die Berühung und Ausdünstung an ansteckenden Krankheiten Verstorbener kann aber wohl unser Leben vernichten. Winzige, nicht beachtete Hautwunden forderten wegen Benetzung mit oft nur einer Spur

der Säfte einer beliebigen Leiche von jeher unter den Medicinern ihre Opfer. Deshalb hat das Grauen vor den Todten wohl einen tieferen Grund; es ist ein Instinct und wirkt darum auch mit so magischer Gewalt.

Hiermit in nahem Zusammenhang steht gewiss der starke Widerwille, den jeder Mensch gegen diejenigen Kranken empfindet, welche durch ihre äussere Erscheinung solche Veränderungen darbieten, wie sie innerhalb der Breite der Gesundheit nicht vorkommen. Flechten, nässende Hautstellen, Geschwüre, Geschwülste u. s. w. machen deshalb immer einen abschreckenden Eindruck. —

Fast alle Menschen empfinden einen Widerwillen gegen Reptilien, Amphibien und Spinnen und auch dieses Gefühl ist nicht mit Furcht identisch, sondern eher mit Ekel und Abscheu. Auch verschwindet es nicht, wenn selbst jede Sicherheit vorliegt, dass das widrige Thier vollkommen unschädlich ist. Dass der Mensch gerade die Thierarten mit Widerwillen sieht, ihnen aus dem Wege geht und ihre Berührung vermeidet, unter denen die giftigsten und gefährlichsten Geschöpfe vorkommen, möchte wohl auch nicht als blosser Zufall zu betrachten sein. —

Die meisten giftigen Pflanzen schrecken uns nicht durch den Anblick, also die Wirkung auf das Auge, wohl aber durch die auf den Geruch und Geschmack. Denn die gefährlichsten werden von uns wegen der intensiven Bitterkeit oder anderen widrigen Geschmacks gemieden, d. h. durch die Unlust, welche sie sogleich bei der Berührung mit unserer Zunge erzeugen. An der Eintrittsstelle in den Verdauungsapparat, welche das Gift pas-

siren muss, um uns zu schädigen, sitzen also der Geschmacks- und Geruchsnerv als wachsame Pförtner. —

Die Abnahme der äusseren Temperatur der Luft erregt das Gefühl der Kälte und wegen der so erzeugten Unlust, des »Schauders«, den Trieb, Orte aufzusuchen, die vor Abkühlung möglichst schützen. So entfliehen die Menschen und Thiere in ihre Wohnungen, Höhlen und Nester während des Winters, oder wandern wohl gar nach dem Süden. Ihr Zweck ist: die Vermeidung eines unangenehmen eigenthümlichen Gefühls; der Zweck der Natur ist: Sicherung des Lebens; denn Wärme ist das Leben. Gerade weil die Erhaltung der hohen Temperatur im Körper der höheren Thiere und des Menschen die Fundamentalbedingung alles Lebens ist, hat die Natur ein ganzes Arsenal von Mitteln angewandt, um diesen Zweck möglichst sicher zu erreichen. —

Die Abnahme des Lichts und das Schliessen der Augen erregt das Gefühl des Dunkels. Der Mensch und die meisten Geschöpfe lieben die Dunkelheit nicht, sondern das Licht und ziehen sich bei eintretender Finsterniss in möglichst gesicherte Orte zurück. Denn wo das Auge fehlt, kann eine Gefahr viel näher an uns herankommen, ehe wir sie bemerken, ja ehe wir noch im Stande sind, ihr auszuweichen. Darum erregt die Abwesenheit des Lichtes, das sich dem Gesichtssinn als tiefes »Grau« darstellt, ein Gefühl der Unheimlichkeit, das die Sprache desshalb auch »Grauen« nennt. Das Gefühl der Dunkelheit oder das »Schwarz« wegen Lichtmangels ist also Lichthunger und drängt zur Sicherung der eige-

nen Persönlichkeit vor Gefahr, wenn dem Lichthunger nicht genügt werden kann.

Das Gefühl des Unheimlichen an einem dunkelen unbekannten Orte hat aber noch einen besonderen Grund in der Unmöglichkeit, einen anderen intensiven Trieb zu befriedigen. Jeder Mensch ist gezwungen, seine Sinneseindrücke sich verständlich zu machen. Man erkennt dies sofort daran, wie aufgeregt man wird, wenn man Etwas sieht oder hört, was man nicht begreift. Ein höchst widriges Gefühl macht sich sogar geltend, sobald man bemerkt, dass man eine Sinneswahrnehmung missverstanden hat. Jeder wird sich wohl dieses widrigen Eindruckes erinnern, wenn er in einem Eisenbahncoupé eines Zuges, der zwischen zwei anderen in verschiedenen Bewegungszuständen befindlichen Zügen steht, noch zu fahren glaubt und plötzlich durch einen Blick nach einem benachbarten Hause überzeugt wird, dass er in Ruhe ist und umgekehrt. Dieser gebieterische Trieb, die körperlichen Objecte der Sinneswahrnehmung zu verstehen, erstreckt sich aber allgemein auf alle, welche möglicherweise mit uns in Beziehung treten, uns schädlich oder nützlich werden können, also vorerst auf die nächste Umgebung. Jedes Thier und jeder Mensch schaut deshalb, sobald er an einen ihm fremden Ort, oder einen bekannten, der weil er neue Objecte enthält, partiell fremd ist, kommt, rings um sich und recognoscirt. Weil nun dem Menschen gewöhnlich die Orte, welche er betritt, nur theilweise durch neue Objecte, fremd sind, nennt die Sprache diesen für die Erhaltung des Lebens höchst wichtigen Trieb Neugierde. Es

ist ein schlechtes Wort, weil es nur eine abnorm starke Entwicklung dieses Triebes bezeichnet, den es selbst nicht kennzeichnet. —

Während die bisher betrachteten instinctiven Handlungen des Menschen wesentlich den Zweck haben, das Individuum zu schützen, mögen jetzt diejenigen kurz berührt werden, welche sich auf die Erhaltung der Art beziehen.

Der Mann ist im ernstesten Gespräch mit dem Weibe im Denken und Handeln instinctiv ein Anderer als im Umgang mit seinem Geschlecht.

So lange die Zeugungskraft währt, putzen sich beide Geschlechter und behangen sich mit allerlei Zierrath, Flitter und Tand. Sie ertragen im Dienste der Gefallsucht die grössten Unbequemlichkeiten, ja sogar bedeutende Schmerzen, wie die Durchbohrung der Ohren, Nase, Lippen und das zur »Verschönerung« auch geübte Ausbrechen der Zähne u. s. w. bezeugt. Bei den Thieren übernimmt die Natur selbst die Herstellung des Hochzeitsputzes und hat damit die Männchen besonders reichlich versorgt. Sogar auch sie liebt oft den grillenhaftesten Hochzeitsstaat, der das Männchen belästigt, das allerdings trotzdem auf seine Erscheinung nicht weniger stolz ist, wie jeder Pfau oder Truthahn zeigt und jeder das Weibchen becomplimentirende Kropftäuberich. Die Täubinnen müssen an einem so aufgeblasenen Kerl ein ausserordentliches Wohlgefallen empfinden. Bei manchen Thieren erzeugt die Natur den Hochzeitsputz jedesmal nur zur Zeit der Brunst. So wächst dann z. B. dem männlichen Triton

der gewaltige zierliche Kamm, eine Art vom Kopf bis zum Ruderschwanz reichende Rückenflosse, die nach beendigtem Fortpflanzungsgeschäft wieder zurückgebildet wird und verschwindet, um bei der nächsten Brunst auf's Neue zu erscheinen.

Bei dem Putze ist des menschlichen Individuums bewusster Zweck, eine gefällige Erscheinung seiner selbst herzustellen, welche die Sprache charakteristisch auch »reizend« nennt. Im Sinne des höchsten Zwecks heisst hier »reizend«, was die Aufmerksamkeit anlockt und die Sinnlichkeit erregt. Diese ist aber das von der Natur erwählte unfehlbare Mittel zur Erhaltung der Art.

Die Putzsucht ist also ein physiologisch tief begründeter normaler Trieb und die Muse, welche als Mode diesem mit kunstvollem System ihre Gnaden spendet, kann sicherer als fast alle anderen Göttinnen darauf rechnen, dass von ihren Altären immer köstlicher Opferduft aufsteigt. Wenn die Putzsucht wohl als das Attribut kleiner Geister von einem theoretischen Gesichtspunkte aus bezeichnet worden ist, so weiss man doch auch, dass Julius Caesar, ja sogar Aristoteles — ein ächter Philosoph — ihr in ausgezeichnetster Weise huldigten. Die Geckenhaftigkeit des Aristoteles[1]) war nach glaub-

1) Genauere Beschreibung des Putzes des Aristoteles findet sich mit der Bemerkung: »*πάντα δὲ ταῦτα ὡς ἔστιν ἀλλότρια φιλοσόφου, δῆλον*« in *ΑΙΛΙΑΝΟΥ ΠΟΙΚΙΛΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ Γ*. 19. Ex recognitione Rudolphi Hercheri. Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Teubneriana. Claud. Aelian. etc. Vol. II. pg. 49.

würdigen Nachrichten ein wesentlicher Grund der Trübung der sonst so edlen langjährigen Beziehungen zu seinem Lehrer Platon. Höhnischen Angesichts und loser Zunge brüstete sich Aristoteles, der nach Diogenes[1]) ein kleinäugiges Männchen war, in gewählter Frisur, die Finger voller Ringe, in reichverziertem Gewand und Sandalen[2]).

Wenn nun die Putzsucht also allgemein von den Menschen bald mehr bald weniger, bald in dieser bald in jener Form und sehr oft — wie z. B. im Tragen der Fingerringe — in geradezu wunderlicher Weise getrieben wird, muss man erstaunt sein, dass dieselbe trotzdem ebenso allgemein dem Tadel unterliegt. Ich glaube, man kann hierbei nicht ganz davon absehen, dass der Mensch meist geneigt ist, die vermeintlichen Fehler seiner Nebenmenschen strenger als die eigenen zu beurtheilen, welche letzteren wohl auch als kaum vorhanden vorausgesetzt werden. Der vermeintliche Fehler des Nebenmenschen wächst aber in der Vorstellung des Tadelnden nicht selten dann noch mehr, wenn er, wie z. B. der reichere Putz, dem betreffenden Individuum irgend einen Vortheil in der Concurrenz zuzuwenden droht. Der Tadel paart sich dann

---

1) Diogenes Laert. Vit. Phil. Ed. Didot. pg. 111.

2) *οὐκ ἠρέσκετο τῷ βίῳ αὐτοῦ ὁ Πλάτων οὐδὲ τῇ κατασκευῇ τῇ περὶ τὸ σῶμα. καὶ γὰρ ἐσθῆτι ἐχρῆτο περιέργῳ ὁ Ἀριστοτέλης καὶ ὑποδέσει, καὶ κουρὰν δὲ ἐκείρετο καὶ ταύτην ἀήθη Πλάτωνι, καὶ δακτυλίους δὲ πόλλους φορῶν ἐκαλλύνετο ἐπὶ τούτῳ· καὶ μωκία δέ τις ἦν αὐτοῦ περὶ τὸ πρόσωπον, καὶ ἄκαιρος στωμυλία λαλοῦντος κατηγόρει καὶ αὕτη τὸν τρόπον αὐτοῦ.* — Aelian. l. c. pg. 49.

wohl auch mit leidenschaftlichem Neid, wenn die Mittel es dem Tadelnden nicht gestatten, seiner Persönlichkeit ein gleiches Relief zu verleihen. Die Natur des Tadels charakterisirt sich schon dadurch, dass der Putz, welcher **schöne junge Damen** schmückt, deren Persönlichkeit keine Dissonanz ermöglicht, den **Männern** schwerlich jemals ernstlich unangenehm oder verwerflich erscheint.

Die Verpönung des Putztriebes hat also darin ihren wesentlichen Grund, dass er mit anderen Interessen und Trieben im Kampf um das Dasein in Conflict geräth. Der wichtigste und tiefste hier noch hervorzuhebende Grund des Tadels ist aber das geschlechtliche Schamgefühl, wie ich sogleich begründen werde.

Dasselbe wirkt als nächstes Motiv zu vielen willkürlichen instinctiven Handlungen, deren realer Zweck den Menschen ebenfalls verborgen zu sein pflegt. Es ist ein Irrthum, dass das geschlechtliche Schamgefühl einen moralischen oder religiösen Boden habe. Denn nach der Mosaischen Kosmogonie sagt Zebaoth selbst den neuerschaffenen Menschenkindern:

> »Seid fruchtbar und mehret Euch und füllet die Erde!«

Am überzeugendsten erkennt man die Unabhängigkeit des Schamgefühls von Moral und Religion daran, dass es sich ganz plötzlich zugleich mit dem Eintritt der Geschlechtsreife einstellt; dass es allen Menschen — in allerdings sehr verschiedenem Grade — zukommt und dass viele Thiere es sehr entwickelt besitzen. Denn sie ziehen sich zur Zeit der Brunst in die unzugänglichsten

Einsamkeiten zurück. Die Liebe umgiebt besonders beim Menschen *instinktiv* ihren Dienst mit den Schleiern des Geheimnisses, das feindliche Absicht fernhält, und erstrebt die möglichste Absonderung der Liebenden von allen anderen Individuen. Denn die Einsamkeit hat wegen Abwesenheit jeder anderen Ursache für irgend welchen Affekt — die nothwendige Folge der ganzen Versenkung in die Eine Leidenschaft, die in dem Maasse das Ich beherrscht, ja überwältigt, je tiefer jene ist. Die Grösse dieser Leidenschaft offenbart sich darin, dass die Liebenden der heroischsten Thaten fähig werden, ja oft den Tod der Trennung vorziehen. In diesem Falle vereitelt also die geschlechtliche Liebe zu *Einem* auserwählten Wesen geradezu *jede* Möglichkeit einer Fortpflanzung. Daraus erkennt man, dass die Natur beim Menschen in einem Grade wie bei keinem anderen Geschöpf auf die Wahl bei der Zeugung, also auf die Veredlung der Art, ein fast ebenso grosses Gewicht gelegt hat, als auf die Fortpflanzung überhaupt, welcher sie sonst alle anderen Interessen unterzuordnen pflegt. — Das Gleiche ergibt sich aus dem grossen Widerstande eines Paares, welches — auch wenn es selbst noch gar nicht anders gewählt hat — zu einer Verbindung *gezwungen* werden soll. — Darum vermag die Liebe zum erwählten Wesen nicht bloss gleichgültig gegen die Mitmenschen zu machen, sondern sogar die edelsten Bande der Sympathie zu lockern:

»*Das Weib soll Vater und Mutter verlassen und dem Manne anhangen.*«

Abweisend das Auge der Welt von seinen geschlechtlichen Beziehungen verhält sich deshalb der normale Mensch, weil er sie nur dem erwählten Wesen offenbart.

»Die Lotusblume ängstigt
Sich vor der Sonne Pracht,
Und mit gesenktem Haupte
Erwartet sie träumend die Nacht.«

»Der Mond, der ist ihr Buhle,
Er weckt sie mit seinem Licht,
Und ihm entschleiert sie freundlich
Ihr frommes Blumengesicht.«

Der reale Zweck des Schamgefühls und der daraus sich ableitenden Handlungen ist also:

Sicherung der Zeugung und Veredelung der Art.

Man muss nicht glauben, dass bei den Thieren keine Wahl stattfinde oder dass ein sich überlassenes brünstiges Thierpaar nothwendig sich paaren werde.

Diess wird schon dadurch bezeugt, dass bei vielen Thieren, z. B. der gewöhnlichen Haustaube die strengste Ehe besteht und dass es oft trotz Monate langen Zusammensperrens eines ungepaarten Taubenpaares nicht gelingt, es zu einer Verbindung zu bestimmen. Ich habe mich viele Jahre in ausgedehnter Weise mit Taubenzüchtung beschäftigt und die Gewohnheiten dieser Thiere belauscht. Nur ein einziges Mal hatte ich unter sehr vielen Taubenpaaren eine männliche gepaarte Taube, die, während das Weibchen brütete, den Täubinnen benachbarter Taubenhäuser Besuche abstattete, die mit den

Gesetzen der Monogamie nicht in Einklang zu bringen waren. Dieses moralische Ungeheuer war auch in den auf es fallenden Pflichten der Brutpflege nachlässig, so dass die Eier häufig nicht auskamen. Nach meinen Beobachtungen brütet die männliche Taube sehr regelmässig von 10 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags, die weibliche während der übrigen Zeit, so dass auf diese stark $^3/_4$ der Pflicht fällt.

Aber auch die polygamischen Thiere zeigen häufig, dass sie sogar sehr wählerisch sind. Ich habe gesehen, dass edle Hengste, die jeden Augenblick bereit sind, edle Stuten zu decken, oft nur mit der grössten Mühe und allerlei Täuschung dazu gebracht werden können, eine gemeine brünstige Stute zu bespringen. Man errichtet dann eine Scheidewand, so dass auf der einen Seite die edle Stute, auf der anderen die gemeine unter einem Tuche verdeckt steht. Der Hengst wird nun so herangeführt, dass ihm die edle Stute in die Augen fällt. Sofort ändert sich seine Haltung und Gangart. Jeder Muskel seines Körpers spielt und niemals sieht man das Thier schöner durch Stolz, Feuer und Leben. Sobald der Hengst zur Beschälung sich anschickt, lenkt man ihn seitwärts und veranlasst durch geeignete Nachhülfe den wesentlichen Beginn des Actes mit der untergeschobenen Stute. Nun kommt es vor, und ich habe das selbst beobachtet, dass Er, den Betrug merkend, die Befruchtung doch nicht vollzieht, sondern aufgibt, und sofort zur Stute seiner Wahl zu gelangen sucht.

Bei allen bisherigen Betrachtungen habe ich nur

das Normale berücksichtigt. »Wo es sich nämlich um die Natur eines Dinges handelt, muss man die möglichst naturgemässen Erscheinungen ins Auge fassen, nicht die abnormen« (Aristoteles[1]). Denn es bleibt zu beachten, dass gerade der Mensch mehr als alle anderen Geschöpfe wegen des Kampfes um das Dasein mit seines Gleichen sich in einer Lage befindet, welche die Befriedigung der Bedürfnisse und instinktiven, oft furchtbar leidenschaftlichen Wünsche erschwert oder sogar unmöglich macht. Diess führt nicht selten zu den verschiedensten Verirrungen[2]) und Fälschungen der ursprünglich vielleicht ganz normalen Richtung der Instinkte. —

Mit dem die Zeugung regelnden normalen Instinkte steht es nun ferner in nahem Zusammenhang, dass die Thiere die Krüppel ihrer Art hassen, misshandeln, ja sogar tödten. Denn die Natur will nicht, dass neue Krüppel gezeugt werden und fördert sie nicht; ja, hat sie mit dem Fluche belegt. Sie liebt und begünstigt den Starken und Normalen in jeder Weise. Wer kann verkennen, dass auch in uns dieser instinktive auf Er-

---

1) Aristoteles' Politik, mit erklärenden Zusätzen in's Deutsche übertragen von Jacob Bernays. Berlin 1872. I. 5. pg. 15.

2) Wer sich nur über die keineswegs die Extreme bietenden, das Zweikindersystem betreffenden Verirrungen unterrichten will, findet darüber ein von einem erfahrenen Sachverständigen — Bergeret — abgefasstes, an Beobachtungsmaterial reiches Werk, das sogar der Arzt nicht ohne Erstaunen lesen wird. Siehe Bergeret: Les fraudes dans l'accomplissement des fonctions génératrices, dangers et inconvénients pour les individus, la famille et la société. 1868.

zielung schöner kräftiger Art gerichtete Zug ist. Niemand vermag sich dem »Zauber« der Schönheit, Jugend und Kraft zu entziehen. Nichts erhebt die Herzen der Menschen höher als der Gedanke an ihre Helden. Jeden stösst das Kranke, Schwächliche, Verkrüppelte ab, und der Instinkt ist gegen die Förderung solcher armen Wesen und bestimmt oft genug die Handlungen der Menschen, die wohl nicht seltner durch Sympathie und Antipathie geleitet werden als durch berechnende egoistische Klugheit. —

Wie zur Sicherung des Individuums und der Art der Instinkt dem Menschen ein weiser Berather, so ist er sein erster Lehrer beim Eintritt in das Leben. Der neugeborene Mensch trinkt angelegt an Mutterbrust sofort willkürlich und mit Behagen, nicht als Reflexmaschine, wie die meisten heutigen Physiologen meinen. Denn wenn er satt ist, saugt er nicht. Wenn er an einer sehr milchreichen Mamma liegt, hört er bald zu saugen auf; wenn er aber wenig mit jedem Zuge bekommt, saugt er lang. Der Neugeborene saugt natürlich sofort, wenn er die Saugwarze zwischen den Lippen hat, weil ja sonst das Saugen zwecklos wäre. Oft ist aber der Trieb so stark, dass der Säugling auch zu saugen anfängt, wenn er Nichts zwischen den Lippen hat. Das erste Saugen ist so wenig eine Reflexbewegung, als der erste Flug des Schmetterlings, das erste Aufsuchen, Finden und Trinken des Honigs der Blüthen, so wenig als die erste Begattung isolirt in Gefangenschaft erzogener Päärchen. Das erste Saugen ist mit Einem Wort: eine Aeusserung des Instinkts.

Für die sorgfältigste Pflege der Neugeborenen hat die Natur durch einen anderen Instinkt gesorgt: die Mutterliebe, die darum mit solcher Gewalt die Seele der Mutter beherrscht, dass diese jeder Heldenthat und Aufopferung fähig wird. Setzt sich doch die brütende Taube sogar gegen den Menschen, der ihr Nest berühren will, mit der grössten Kühnheit zur Wehr und beisst und schlägt mit den Flügeln.

Es ist klar, dass von der Geburt bis zu dem Tode sogar der Mensch zu seinem Heile in einer viel grösseren Abhängigkeit von den Instinkten steht, als man gewöhnlich zuzugeben geneigt ist.

Darf man doch fragen, ob die »Eingebungen« künstlerischer Genie's, wie die Musik eines Mozart, in dieselbe Kategorie von Vorgängen gehören, da sie vollendet wie Athene aus dem Haupt des Zeus aus unbekannter Tiefe in das Licht des dichterischen Bewusstseins emportauchen und desshalb den Menschen von jeher übernatürlicher Abkunft zu sein schienen. Kommt solche Melodie dem Dichter nicht, wie ein liebliches, nie gesehenes Traumgesicht?

Und diese »Eingebungen«, die wie »Offenbarungen« nur Wenigen in »weihevollen Stunden« beschieden sind, unterscheiden sich von allen Gefühlen der Lust oder Unlust dadurch, dass eine Beziehung zum materiellen Vortheil oder Nachtheil des Individuums und der Art nicht zu ersehen ist. Erhabene Musik erregt eine Lust, die etwa nur dichterischer oder religiöser Begeisterung vergleichbar; denn sie ist reines Glück, ja Seligkeit.

Für alle instinktiven Handlungen der Menschen lehrt die Selbstbeobachtung, dass die psychologische Begründung in einer durch innere oder auch äussere Ursachen bedingten Erregung der Sinnesenergieen gesucht werden muss, mit denen ähnlich wie Hallucinationen Sinnesbilder und Stimmungen von angenehmem oder abschreckendem und so den Willen bestimmendem Charakter verknüpft sind.

Wenn z. B. der Instinkt uns bei der Wahl der Speisen führt, so ist das unmittelbare Motiv die Vorstellung von der grösseren Annehmlichkeit der einen und der geringeren, ja der Widrigkeit der anderen. Diese Gefühle der Lust oder Unlust können aber bei Speisen sich offenbar nur auf die Gefühle gründen, welche Speisen als solche hervorzurufen vermögen, also auf Erregungen des Geruchs- und Geschmacks-Sinnes. Das wahre Motiv ist also die Lustempfindung bei der Erinnerung an den lang entbehrten Geschmack irgend einer lang entzogenen Speise.

Da aber fast alle überhaupt möglichen Gefühle, d. h. thätige Sinnesenergieen das Ich fortwährend wenn auch noch so leise beeinflussen, selbst ohne in der Aussenwelt wirkende objective Ursache, so ist wahrscheinlich doch nur ein subjectives Gefühl das erste Motiv, welches die Erinnerung an das Object wachruft, das dieses Gefühl der Lust in voller Stärke zu erregen vermag. Gerade diesen Gefühlen unter vielen kehrt sich die Aufmerksamkeit zu, weil das Ich immer die Lust erstrebt und die Unlust flieht.

Bei den zum ersten Male vom Individuum ausge-

führten durch den Instinkt geleiteten Handlungen, wie etwa dem ersten Ausflug eines Schmetterlinges, spielt die Erinnerung natürlich keinerlei begleitende Rolle. Hier wirkt wohl primär ein durch Muskelgefühl hervorgerufener Bewegungstrieb, d. h. eine dem Bewusstsein sich offenbarende erregte Wollensenergie von bestimmter Qualität, die also auch ganz bestimmte Muskelbewegungen (Handlungen) zur Folge hat — ähnlich vielleicht wie ein Mensch Morgens nach dem Erwachen das Bedürfniss empfindet, gewisse Willensanstrengungen zu machen, deren Natur die Ursache ist, dass er seine Glieder in ganz bestimmter Weise reckt.

Es versteht sich natürlich von selbst, dass der Schmetterling, welcher der Puppe entschlüpft ist, nicht die Absicht hat, zu fliegen, so wenig als der soeben geborene Säugling zu trinken wünscht. Sie empfinden nur einen ganz bestimmten Drang, der das Gefühl der Unlust erregt, bis das Ich dagegen reagirt. Die Natur der Reaction ist von bestimmter Art und das nothwendige Werk des ganz bestimmten Dranges und hat deshalb eine ganz bestimmte Handlung zur Folge. Von jetzt ab lernt das Ich, welche Wirkungen ganz bestimmten Anstrengungen desselben nachfolgen. Die ersten Anstrengungen aber, die ersten Willensacte also, sind vermöge der Organisation so beschaffen, wie es für die Wohlfahrt des Thieres nothwendig und förderlich ist.

---

§ 3. Das Gesetz der teleologischen Mechanik.

Indem der Naturforscher das Vernunftgemässe in der Wirksamkeit aller diese dunkeln Kräfte zu begreifen sucht, muss er, um mit Helmholtz zu reden, ausgehen von der Voraussetzung der Begreiflichkeit der Naturprocesse und für sie gelten lassen den Satz des zureichenden Grundes.

Die folgenden Erörterungen sollen einen Weg zur Erforschung der Mechanik der zweckmässigen Lebensvorgänge zu ebenen suchen.

Das »teleologische Causalgesetz«, welches ich jetzt besprechen will und trotz seiner Einfachheit bisher nicht erkannt worden ist, heisst:

„Die Ursache jeden Bedürfnisses eines lebendigen Wesens ist zugleich die Ursache der Befriedigung des Bedürfnisses“.

Das hier im abgeleiteten Sinne gebrauchte Wort »Ursache« ist absichtlich von mir gewählt, um die nothwendige, gesetzmässige Verknüpfung, in welcher »Ursache des Bedürfnisses« und »Befriedigung des Bedürfnisses« stehen, schärfer hervorzuheben. Correcter, aber weniger bezeichnend, würde »Veranlassung« statt »Ursache« gesagt werden.

Als Ursache des Bedürfnisses bezeichne ich jeden veränderten Zustand der lebendigen Organismen, der im Interesse der Wohlfahrt des Individuums oder der Art in einen anderen Zustand übergeführt werden muss.

Zur Erläuterung meiner Definition verweise ich auf einige Beispiele:

Speise und Trank führen den mangelhaften Zustand des Organismus zur Norm zurück.

Der Geschlechtstrieb, das Bedürfniss zur Zeugung, hat die normale Folge, dass der brünstige Zustand der Weibchen in den trächtigen übergeht.

Bei der durch Herzentzündung bedingten Entwicklung eines dauernden Fehlers, etwa einer Insufficienz der Mitralklappe ist es für die längere Erhaltung des Lebens nothwendig, dass ein zweiter Fehler sich dem ersten beigeselle, nämlich die an sich abnorme Vergrösserung der rechten und auch linken Kammer, welche sich deshalb der Regel nach allmählig ausbildet. In diesem Falle ist das Bedürfniss: die Herstellung einer an sich fehlerhaften Beschaffenheit eines der wichtigsten Organe.

Für die praktische Anwendung unseres Principes gestattet die Erfahrung zwei Gesetze aufzustellen:

I.

„Wenn das Bedürfniss nur Einem bestimmten Organe zukommt, dann veranlasst dieses Organ allein die Befriedigung.“

II.

„Wenn dasselbe Bedürfniss vielen Organen gleichzeitig zukommt, dann veranlasst sehr häufig nur Ein Organ die Befriedigung aller.“

§. 4. Das erste Gesetz der teleologischen Mechanik.

Einige Beispiele mögen zunächst den ersten Hauptsatz erläutern.

Es ist bekannt, dass Gegenstände, welche deutlich gesehen werden sollen, objective, scharfe, hinreichend lichtstarke, optische Bilder auf dem Augenhintergrunde, d. h. der sogenannten Markhaut des Sehnerven entwerfen müssen. Um bei gegebener Helligkeit der sichtbaren Gegenstände diejenige der von ihnen erzeugten Bilder reguliren zu können, gestattet die Natur dem Lichte den Eintritt in das Auge nur durch das Sehloch (Pupille), welches sich durch Zusammenziehung eines Ringmuskels um so mehr verengert, je heller und umgekehrt um so mehr erweitert, je dunkler die zu betrachtenden Gegenstände sind. So wird bei sehr intensivem Lichte Blendung vermieden, bei sehr schwachem deutliche Wahrnehmung ermöglicht. Die Aufgabe bestand also darin, dem Sehloch eine der Lichtstärke entsprechende veränderliche Weite zu geben.

Nun weiss man bekanntlich, dass das Licht auf manche Zellen erregend einwirkt. Also ist eine Mechanik denkbar, in Folge welcher die das Sehloch umgebenden Zellen zu um so stärkerer Contraction von dem sie treffenden Lichte gereizt würden, je intensiver dieses wäre. Eine derartige Einwirkung scheint wirklich bei den Augen einiger Thiere zu bestehen, indem ich gesehen habe, dass von zweien aus dem Kopfe eines soeben getödteten Frosches entfernten Augen dasjenige alsbald eine engere Pu-

pille darbietet, welches von hellerem Lichte getroffen wird.

Das Princip der teleologischen Mechanik sagt uns aber, dass die Natur die vorgelegte Aufgabe wesentlich in anderer und in der That viel vollkommenerer Weise gelöst haben muss. Das Bedürfniss ist hier eigentlich der richtige Grad der Reizung des Sehnerven, wie er zur scharfen Wahrnehmung möglichst geeignet ist. Also muss die **Reizung** des Sehnerven selbst die Weite des Sehlochs reguliren. Wir beobachten desshalb, dass das stärkste Sonnenlicht die Pupille unbewegt lässt, wenn der Sehnerv erblindet ist, während unter normalen Verhältnissen jede denselben treffende Reizung sofort eine entsprechende Verengerung des Sehloches zur Folge hat. Die Mechanik des Vorganges ist bekanntlich die, dass die Endigungen der Bewegungsnerven des Schliessmuskels der Pupille und die Sehnervenendigungen im Gehirn in solchen näheren Leitungsbeziehungen zu einander stehen, dass die Erregung der Sehnervenfasern immer sofort im Gehirn auf jene bewegenden Fasern des Pupillarmuskels übertragen wird, welcher dann nothwendig das Sehloch verengt.

Der von der Natur eingeschlagene Weg zur Lösung unseres Problemes ist wesentlich schon darum so sehr viel besser als der andere von uns als denkbar aufgestellte, weil die Erregbarkeit der reizbaren Gewebe während des Lebens ganz ausserordentlich grossen Schwankungen unterliegt. Es scheint deshalb unmöglich, dass zwei qualitativ ganz verschiedene Arten lebendiger Ma-

terie, wie die Retina und die als durch Licht reizbar vorausgesetzte contractile Substanz der Umgebung des Sehlochs unter allen Umständen bei derselben Lichtstärke dasselbe Verhältniss der Reizungsgrössen darbieten. Es müssten mit andern Worten in beiden verschiedenen Geweben die Erregbarkeiten sich immer in gleichem correspondirenden Sinne ändern, was eine praestabilirte unveränderliche Harmonie verlangen würde, die es in der Natur bei unabhängig von einander bestehenden Processen nicht geben kann. Jene Aenderungen der Erregbarkeit sind aber grösser, als man gewöhnlich glaubt, wie z. B. aus folgender Erfahrung hervorgeht.

Eines Tages, als ich mich gerade mit Untersuchungen über die Phosphorescenz der todten Seefische beschäftigte, erzählte mir ein College, er habe die Entdeckung gemacht, dass die Lichtentwicklung eine periodische Erscheinung sei, da am Tage das Leuchten auch im Dunkeln absolut nicht wahrgenommen werden könne, wenngleich Abends der Fisch in lebhaftem Glühen zu sein scheine. Ich bat den Collegen mit mir am Tage in das physiologische Laboratorium zu kommen. Wir begaben uns nun für länger als eine Viertel Stunde in einen gegen das Tageslicht abgeschlossenen möglichst verfinsterten Raum und stiegen dann in den dunkeln Keller, wo die Fische aufbewahrt wurden, die jetzt — also am Tage — sehr schön leuchteten.

Hat man sich besonders im Sommer einige Zeit im Freien aufgehalten, dann ist nach meinen Erfahrungen ein Aufenthalt von ungefähr einer halben Stunde in einem

vollkommen finsteren Raume nöthig, bis die Retina ihre höchste Empfindlichkeit wieder erhält. Ich vermuthe indessen, dass diese Zeit bei jüngeren Individuen kürzer ist. Denn ich erinnere mich an die ausserordentliche Flüchtigkeit der Nachbilder, welche mir in jüngeren Jahren das Studium derselben wesentlich erschwerte, während ich sie jetzt ihres längeren Verharrens halber mit aller Musse beobachten kann.

Diese Betrachtungen haben also gelehrt, dass die zu starke Reizung der Sehnerven die Ursache der Verkleinerung, die zu schwache die Ursache der Vergrösserung der Reizung ist. Die Ursache des Bedürfnisses ist also die Ursache der Befriedigung des Bedürfnisses.

Der soeben behandelten Mechanik sind nun sehr viele bekannten Vorgänge analog.

Ein in das Auge, d. h. den Conjunctivalsack eingedrungener fremder Körper wird durch Thränenfluss und Blinzeln der Augenlieder entfernt. Was vorher der Sehnerv bewirkte, veranlasst hier der gereizte Empfindungsnerv der Schleimhaut, seine Erregung unter Vermittlung des Gehirnes auf die Absonderungsnerven der Thränendrüse und die Bewegungsnerven der Muskeln der Augenlieder übertragend. — Abermals erkennt man: die Schädigung ist die Ursache der Entfernung der Schädigung, weil diese den Empfindungsnerven erregt hat.

Durchaus dasselbe lehrt die Ausstossung eines in die Nasenhöhle, den Kehlkopf, den Magen eingedrungenen fremden Körpers durch Niesen, Husten und Erbrechen. —

Betrachten wir nun den Verdauungsprocess, so wis-

sen wir, dass die Nahrungsmittel durch die aus den Drüsen in die Magen- und Darmhöhle ergossenen eigenthümlich zusammengesetzten Säfte chemisch geändert werden und in Folge dessen in den wässerigen Flüssigkeiten sich auflösen. Man könnte nun glauben, es sei zweckmässig, dass die Speise in den Magen und Darm gelangend die Verdauungsäfte sorglich vorgebildet in grösserer Menge immer antreffe, damit dieser für das Leben so wichtige Process nicht länger als nöthig verzögert werde. Diesem Gedanken entsprechend, müssten die Verdauungsdrüsen entweder periodisch oder continuirlich arbeitend, täglich ein bestimmtes Maass Verdauungssaft liefern, ausreichend, um die zur Erhaltung des Körpers nothwendigen Speisen zu lösen. Das ist entsprechend dem Princip der teleologischen Mechanik keineswegs der Gedanke der Natur. Denn ein Bedürfniss zur Verdauung ist reell, nicht ideell erst vorhanden, wenn überhaupt eine Substanz in den Verdauungsorganen ist, die verdaut werden kann. Darum sondern die Magen-, die Darm- und die Bauchspeicheldrüse während der Nüchternheit, selbst wenn sie bis zum Hungertode dauert, nicht Einen Tropfen Verdauungssaft ab. Es wäre ja doch in der Zeit der Entbehrung eine nutzlos gemachte Ausgabe. Hier findet das tiefsinnige Wort des Aristoteles seine volle Berechtigung:

„ὁ Θεὸς καὶ ἡ φύσις οὐδὲν μάτην ποιοῦσιν“ [1])

d. h. „Gott und die Natur thun nichts vergeblich“.

---

1) Aristoteles De caelo. Lib. I. cap. IV. 8. — Aristotelis Editio Didotiana 2. pg. 372.

Sobald aber der erste Bissen in den Magen hinabgelangt ist, ergiessen sich die Absonderungen reichlich in Magen und Darm. Sie ergiessen sich aber auch, wenn man, was bei bestehenden Magenfisteln möglich ist, mit einer Federfahne oder einem anderen mechanisch wirkenden Gegenstande die innere Oberfläche des Magens berührt; geradeso wie nicht bloss die in der Mundhöhle befindlichen Speisen, sondern jede Reizung der Schleimhaut des Mundes Speichelfluss reflectorisch hervorruft. Daraus folgt, dass die Speise durch Erregung der Nerven der Magen- und Darmschleimhaut den nothwendigen Saft selbst herbeilockt. Ist die Nahrung besonders reichlich, so dehnt die Masse die Schleimhaut des Verdauungsapparates stärker, belastet sie mehr und natürlich längere Zeit, weil die Auflösung kleiner Mengen schneller als die grosser sich vollzieht. Demnach bedingt die reichlichere Nahrung wegen stärkerer länger anhaltender Erregung der Schleimhautnerven stärkere und länger dauernde Absonderung. Diese Mechanik ist also genau auf das wechselnde Bedürfniss der Thiere und der Menschen berechnet. Denn viele Geschöpfe müssen zuweilen lange hungern und compensiren dann durch glücklichen Fang und grössere einmalige Zufuhr den stattgehabten Verlust.

Ob auch eine Mechanik existirt, welche die relative Zusammensetzung der verdauenden Secrete der verschiedenen Zusammensetzung der Speisen anpasst, wissen wir noch nicht. Nur Ein Fall kann hier beigebracht werden:

Die Trockenheit der Nahrungsmittel verlangt wasser-

reichere Secrete. Die trocknen Stoffe erregen, wie experimentell bewiesen ist, besonders stark die Nerven der Mundschleimhaut, welche dann auf reflectorischem, d. h. durch das Gehirn mechanisch vermitteltem Wege, die Speicheldrüsen zu energischer Absonderung veranlassen; dies Secret ist aber fast reines Wasser. Die Ursache des Bedürfnisses nach Wasser — nämlich die Trockenheit der Nahrungsmittel — hat Wasser herbeigeschafft. —

Betrachten wir die Ausstossung der Excrete — Harn und Koth — so könnte man meinen, dass nach 3—12 Stunden wiederkehrende periodische Zusammenziehungen der Blase und des Mastdarms, die etwa während des Schlafes pausirten, genügten, um die normale Entleerung zu bewirken. Denn wir kennen ja in der That viele bald in kurzen, bald in längeren Perioden regelmässig arbeitende Organe. Bei der Unregelmässigkeit in der Einnahme der Speisen und Getränke würde es dann aber vorkommen, dass die Blase und der Mastdarm sich zusammenzögen, obwohl sie leer wären, oder dass nach reichlichstem Genuss die Zahl der am Tage stattfindenden Ausstossungen nicht genügte und Gesundheit und Leben bedrohende Stauungen einträten. Wie deshalb die Natur die Arbeit nicht nutzlos thut, so liebt sie stärker zu arbeiten, als es unter gewöhnlichen Verhältnissen die Regel ist, sobald die Wohlfahrt des Körpers es einmal erheischt. Die Blase und der Mastdarm veranlassen, sobald sie gefüllt sind, deshalb und nur deshalb die durch reflectorische Nervenvermittlung bewirkte Ausstossung ihres Inhaltes. Die Ursache des Bedürfnisses also, d. h. die

Füllung von Blase und Mastdarm mit Harn und Koth, ist allein die Ursache der Befriedigung des Bedürfnisses. — Es ist sehr interessant, dass es auch Organe gibt, welche sich deshalb durch Muskelkraft zusammenziehen, um ihren Inhalt auszustossen und es gleichwohl auch dann thun, wenn kein Inhalt vorhanden ist. Das ist der Fall bei dem ausgeschnittenen Herzen. Hier ist aber zu bedenken, dass das Herz innerhalb des lebendigen Leibes niemals in diese Lage kommt, die also bei der Mechanik nicht berücksichtigt zu werden brauchte. —

Die Analogie mit der bis jetzt betrachteten, die Ausstossung der Excrete regelnden Mechanik, welche eine Consequenz des teleologischen Causalitätsgesetzes ist, gestattet uns auch die Motive für die Ausstossung des reifen männlichen Samens und der Begattung zu beurtheilen. Die Existenz des reifen Samens im Hoden, den die Natur zur Befruchtung reifer Eier erzeugt hat, muss also die primäre Veranlassung für die Entstehung des Geschlechtstriebes sein, den die durch den Samen gereizten Hodennerven erregen. Ob die Reizung dieser Nerven durch die wegen der prallen Füllung der Samenkanäle bedingte Spannung der männlichen Geschlechtsdrüse veranlasst wird oder dadurch, dass die Bewegungen der Samenfäden, d. h. die Schläge der Schweife derselben gegen die nervenreiche Wand der Samencanäle und der Nebenhoden irritirend wirken, lässt sich mit Bestimmtheit nicht angeben. Gerade in diesem Falle könnte man der Meinung sein, dass periodisch das ganze Geschlechtsleben erwache, Samenbildung und Geschlechtstrieb also zwei

coordinirte Erscheinungen seien. Denn es ist allerdings, worüber ich umfangreiche Ermittelungen angestellt habe, schwerlich zu leugnen, dass in zeugungsfähigem Alter castrirte Männer den Beischlaf vollziehen. Es hat sogar in Italien öffentliche Häuser gegeben, in denen Castraten zur consequenzlosen Befriedigung ausschweifender Weiber gehalten worden sind[1]). — Zur Erklärung dieser merkwür-

---

1) Diese auf die Castraten bezüglichen, wohl Vielen auffallenden Bemerkungen gründen sich auf mein Studium der gesammten Literatur, auf die Erkundigungen, welche Prof. F. Boll und Dr. Giuseppe Colasanti in Rom für mich gütigst eingezogen haben und mögen noch in folgender Quelle eine wesentliche Stütze finden:

„On this, Moyon, to whom I am indebted for many facts on the subject, makes the following observations, which I leave in the original Italian. (S. Alexander Walker. Intermarriage. London 1838. pg. 34.)

„È riconosciuto che l'uomo castrato, benchè sterile, è peraltro suscettivo di gustare in parte i piaceri del coito, purchè non gli sieno state amputate tutte le parti esterne della generazione. Ciò che gli rimane non acquista che pochissimo accrescimento, restando presso a poco nello stato in cui era prima dell' operazione. Un fanciullo mutilato all' età di sei anni, si trova a diciotto anni, per ciò che spetta al pene, nella stessa condizione di quella sua prima età. Coloro al contrario che hanno sofferto l'operazione all' epoca della pubertà ed anche più tardi, hanno la verga press'a poco come quella degli altri uomini, e capace di erezione più durevole ed anche più ripetuta che nei non castrati.

„Giovenale rimprovera alle Romane i loro eccessi con gli eunuchi.

Sunt quos eunuchi imberbes ac mollia semper
Oscula delectent, et desperatio barbae,
Et quod abortivo non est opus.

digen Thatsache muss man sich erinnern, dass die Wollustempfindung durch Reizung bestimmter Nerven hervorgerufen wird. Wie nun nach Entfernung beider Augen Reizung des Sehnerven noch Lichtempfindung erzeugt, ja wie der centrale Gesichtssinn dem Blinden noch Gesichtsbilder zeigt, so kann nach Wegnahme des Hoden Reizung der Geschlechtsnerven noch Wollustgefühl und die Erinnerung Erregungen des Wollustsinnes veranlas-

---

„Rainaud, nel suo libro De Eunuchis, narra molti esempi di commercio impuro tra donne e uomini mutilati; ed egli si ride della confidenza che molti hanno in costoro. Andrea De Verdier dice la stessa cosa, appogiando la sua opinione alla sentenza di Apollonio Tianeo contro un eunuco del re di Babilonia che fu sorpreso a letto nelle braccia d'una favorita del re stesso.

„Mi è noto, dice P. Frank, un luogo popolato in cui quattro castrati s'arrischiavano ad imprese che non avrebbero tentate nello stato loro naturale, ed in cui una parte del bel sesso non senza grave scandalo e pregiudizio aveva seco loro stretta tal pratica, che il governo non potè più lungamente dissimularla.

„Non potendo soddisfare che al desiderio della carne, alla semplice sensualità, alla lussuria, alla dissolutezza, essendo nell' assoluta impossibilità di procreare, essi divengono più propri ai delitti che gli uomini perfetti; e sono più ricercati dalle donne depravate, giacchè loro danno il piacere del matrimonio senza ch'esse ne corrano il rischio. Essi emettono con qualche poco di voluttà un umore mucoso che probabilmente è segregato dalla prostata.

„Amurat III. essendosi avveduto che un cavallo castrato copriva una giumenta, fece tagliare ai suoi eunuchi, rientrando nel serraglio, tutte le parti esterne della generazione. Vi è chi pretende che sia da quell' epoca, che, oltre i testicoli, si taglia ancora la verga agli uomini destinati per la custodia de' serragli.“

sen mit den sich hieran knüpfenden Folgen. Dass diess gerade beim Menschen so auffallend hervortritt, liegt in der Lebhaftigkeit seiner Phantasie, seinem starken Gedächtniss und der reichen Entwicklung seiner seelischen Kräfte überhaupt. — Denn bei den Thieren wird Derartiges sehr selten und dann gewöhnlich nur ganz kurze Zeit nach der Castration beobachtet. Wir wissen vielmehr, dass allgemein bei ihnen jede Spur des Geschlechtstriebes verschwindet, wenn sie in ihren Hoden keinen Samen bilden und wenn ihnen in früher Jugend die Geschlechtsdrüsen vollkommen — d. h. ohne Rücklassung irgend eines Stückchens normaler Hodensubstanz — entfernt worden sind. — Ich möchte deshalb übrigens hier noch die Thatsache betonen, dass in der gesammten Literatur nicht Ein Fall verzeichnet ist, bei dem mit wissenschaftlicher Sicherheit das Vorhandensein länger andauernden Geschlechtstriebes und die Ausübung der Begattung bei einem solchen menschlichen Castraten erwiesen wäre, der bestimmt auch nicht einen kleinen Rest von normaler Hodensubstanz besessen hätte. Bei vielen ist dies sicher der Fall und nach den angewandten Operationsmethoden sehr begreiflich.

Ich trage demnach kein Bedenken, in der Gegenwart des Samens die normale Ursache der Begattung zu suchen. —

Der von mir aufgestellte Satz, dass die lebendige Zelle den Zustrom des Sauerstoffs zu sich selber regulire, ist eine einfache Folgerung aus dem Princip der teleologischen Mechanik. — Die verschiedenen Organe ha-

ben ein verschiedenes Sauerstoffbedürfniss und dasselbe Organ nicht das Gleiche zu jeder Zeit. Deshalb muss das Organ selbst die Befriedigung seines Bedürfnisses veranlassen. Je mehr Sauerstoff von dem Organe verbraucht wird, um so mehr verarmt es daran; desto mehr wächst die Differenz zwischen dem Sauerstoffgehalt des Organes und des Blutes; desto mehr also der Sauerstoffdiffusionsstrom aus dem Blut nach dem Organe. Je mehr Sauerstoff aber das Blut auf diese Weise in den Capillaren des grossen Kreislaufs verliert, desto mehr muss es in den Lungen wieder aufnehmen, weil es sich hier eben immer annährend sättigt, falls nicht die Reduction abnorm weit vorgeschritten ist. Also der Verbrauch ist die Ursache des Wiedergewinnes des Verlorenen — oder die Ursache das Bedürfnisses selbst, d. h. der Mangel veranlasst die Befriedigung. —

Dies führt uns leicht zur Erkenntniss, dass, wenn eine Zelle durch starke Arbeit Stoff und Kraft verbraucht hat, abermals der Verlust die Ursache des Wiedergewinnes sein muss. Diejenigen Stellen, wo aus dem Gebäude der lebendigen Organisation Bausteine ausgetreten sind, werden also mit starken Anziehungen begabt sein, welche sie zur Wiedereinfügung neuen Nährmateriales befähigen. Es ist aber eine Thatsache, dass bei grösserem Verluste in Folge verstärkter Arbeit solche Bedingungen entstehen, denen zufolge immer etwas mehr wieder gewonnen wird als verloren ging. Denn der anhaltend stärkere Gebrauch des Organes lässt dasselbe an Masse und Kraft zunehmen.

Deshalb werden Muskeln durch grössere Arbeit umfangreicher und bedeutenderer Anstrengung fähig. Das Bedürfniss nach grösserer Arbeitskraft hat diese zur nothwendigen Folge. —

Ein Muskel leistet bei gleicher Reizung innerhalb weiter Grenzen um so grössere Arbeit, je grösser die Belastung desselben genommen wird. Hat also auch der Nerv dem Muskel eine zu schwache Anregung zur Thätigkeit gegeben, so gleicht das der Muskel dadurch aus, dass er sich ganz von selbst stärker anstrengt, wenn die zu hebende Last grösser ist. Dies muss darin liegen, dass der am Muskel ausgeübte stärkere Zug die Molecularabstände in der contractilen Substanz ändert, so dass vielleicht die Uebertragung des intramolecularen Sauerstoffs von Molecül zu Molecül erleichtert ist.

Wenn also bei pathologischen Störungen der Blutcirculation, in Folge deren der Blutdruck im Aortensystem abnorm hoch ist, die linke Herzkammer unter stärkere Belastung geräth, leistet sie sofort bei jeder Zusammenziehung grössere Arbeit. Analog verhält sich die rechte Herzkammer, wenn eine Stauung im Gebiet des Lungenkreislaufs etwa in Folge einer Verengerung des ostium venosum sinistrum vorliegt. Die nothwendige Folge dieser dauernd gesteigerten Arbeit ist abnorme Zunahme der Muskelmasse der betreffenden Herzkammer, welche sich auf diese Art mit mathematischer Nothwendigkeit der vergrösserten Arbeit accomodirt.

Bei der allgemeinen Accomodation der Herzarbeit an die Grösse der jeweilig zu überwindenden in der

Zeit veränderlichen Widerstände spielt auch das Nervensystem eine wichtige Rolle. Die näheren Bedingungen der Mechanik der Herzaccomodation zu studiren ist eine der schönsten Aufgaben zukünftiger physiologischer Forschungen. —

Wenn man eine Niere ausschneidet, werden die Stoffe im Blute, welche aus den anderen Organen stammen und früher beiden Nieren übergeben wurden, nun nicht mehr so schnell aus dem Blute fortgeschafft, also die Eine Niere längere Zeit gereizt und zu grösserer Arbeit gezwungen. Sie nimmt in Folge dessen wie der Muskel an Masse zu, wird »hypertrophisch« und compensirt den Verlust. Also Mangel an Nierensubstanz hat Zuwachs an Nierensubstanz erzeugt.

In analoger Weise erklärt sich vielleicht, warum die Lymphdrüsen an Masse und Pigment zunehmen, wenn die Milz exstirpirt worden ist. Denn die Milz ist eine Pigment bildende modificirte Lymphdrüse.

Wenn es wahr ist, dass die Bauchspeicheldrüse, dieses hochwichtige Verdauungsorgan, zur Verödung gebracht werden kann, ohne Störung der Verdauungsprocesse, so folgt daraus, dass die anderen analog wirkenden Verdauungsdrüsen die Arbeit der in Wegfall gekommenen Bauchspeicheldrüse ebenfalls compensatorisch übernehmen. Die Mechanik für diese Vertretung ist unbekannt.

Starke mechanische Insulte, welche die Haut des Menschen treffen, die hiergegen wegen der Dünne der Epitheliallage nicht hinreichend geschützt ist, bringen Reizungen der Epithelzellen hervor. Reizung bedingt Kraft-

und Stoffverbrauch und dieser stärkeren Wiederersatz. So wachsen die Epithelien; es entstehen Schwielen von oft colossaler Mächtigkeit. Das Hühnerauge zeigt uns ein Beispiel dieses auf Irrwege gerathenen Princips.

Bei dem Schmiede, dessen rechter Arm eine mächtige Entwicklung der Knochen, Muskeln, Blutgefässe u. s. w. darbietet, dürfte die durch den Stoss des schweren Hammers bedingte mechanische Erschütterung sowie die gewaltige an den Knochen zerrende Muskelarbeit eine analoge Erklärung der Accomodation des Arms an die gesteigerten Bedürfnisse nahelegen: Reizung — Verlust — verstärkter Wiedergewinn des Verlorenen sind die Glieder der causalen Kette. — So erklärt sich auch die bei männlichen Ballettänzern oft ungeheure Entwicklung der unteren Extremitäten bei geradezu kümmerlich entwickeltem Oberkörper, was ich selber beobachtet habe.

---

§. 5. Das zweite Gesetz der teleologischen Mechanik.

Ich wende mich zur Erläuterung des zweiten Gesetzes der teleologischen Mechanik.

Wenn man einem Menschen oder Thiere für längere Zeit die Nahrung entzieht, so leiden alle Zellen unter demselben Umstande und müssen auf Kosten ihres eigenen Leibes leben. Besonders Ein Nerv, wie man glaubt der Vagus oder dessen Centralorgan im verlängerten Marke, bringt den geschädigten Ernährungszustand seiner selbst

zum Bewusstsein unter der Form des Hungergefühls, welches die Aufnahme der Speisen zur nothwendigen Folge hat. Also der Mangel ist die Ursache der Beseitigung desselben.

Dasselbe gilt für den Wassermangel der Gewebe des Organismus. Ein Nerv tritt für Alle Bestandtheile des Körpers als Helfer auf, indem er seinen eigenen Wassermangel dem Bewusstsein als Durst offenbart. —

Wenn wir nunmehr zu der Erörterung der Athembewegungen übergehen, deren Zweck darin liegt, die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe in den Lungen zu ermöglichen, so scheint es, als ob diesem Bedürfnisse dadurch genügt werden könne, dass das Athemcentrum im verlängerten Marke vermöge seiner Organisation gleich den motorischen Centren des Herzens zu periodischer continuirlicher Arbeit gezwungen sei, hinreichend stark, um den Gasaustausch in den Lungen möglich zu machen. Man erkennt sogleich, dass diese Mechanik mit unserem Principe im Widerspruche steht. Denn in der That kommen oft genug Fälle vor, wo die Athembewegungen bis auf das Aeusserste des Möglichen angestrengt werden, um den normalen Ablauf der Lebensprocesse zu gewährleisten. In anderen Fällen wie beim Embryo im Mutterleibe oder bei der sogenannten Apnoë, wo dem Athembedürfniss vollkommen genügt ist, können die Athembewegungen ganz entbehrt werden und hören deshalb wirklich auf. Eine Mechanik also, welche nicht auf das sehr schwankende Bedürfniss berechnet wäre, würde in dem Einen Falle zu viel, also unnütze, im anderen Fall zu wenig, also die

Erstickung nicht verhindernde Arbeit zur Folge haben. Existirte trotzdem jene unzweckmässige Mechanik, dann würde der Mensch und das Thier instinctiv jede Handlung vermeiden, welche ein grösseres Athembedürfniss zur Folge haben könnte. Die Leistungsfähigkeit wäre aber bedeutend herabgesetzt.

Die Athembewegungen werden also durch das Bedürfniss in erster Linie regulirt. Dieses Bedürfniss heisst: Sauerstoffaufnahme, Kohlensäureabgabe. Da nun Sauerstoffverbrauch und Kohlensäurebildung nicht in einem constanten Verhältnisse stehen, so ist es von vorne herein wahrscheinlich, dass jedes der beiden Momente für sich die Regulation der Athembewegungen veranlasst.

Wenn wir also den Athem anhalten oder Stickstoff athmen oder wenn der Neugeborene soeben den Mutterleib verlassen hat, fahren alle Gewebe fort, Sauerstoff zu verbrauchen, bis der im Körper vorhandene Vorrath auf die Neige geht, also das Leben aller Zellen bedroht ist. Abermals treten bestimmte Zellengruppen als Helfer auf für ihre Schwesterzellen. Der in Folge des Sauerstoffmangels bedingte veränderte chemische Zustand hat eine heftige Erregung der Nervenzellen des Athemcentrums zur nothwendigen Folge, welche ihrerseits wieder die Athembewegung veranlasst. Also Sauerstoffmangel erzeugt Zufluss von Sauerstoff.

Die Ansicht, derzufolge Sauerstoffmangel die Athembewegungen errege, wird wesentlich durch Wilhelm Müller[1]) (Ludwig's Laboratorium) und mich

---

1) Wilhelm Müller aus Erlangen. Beiträge zur Theorie

vertreten [1]), ist aber nicht unbestritten. Traube [2]), der in der Kohlensäure das die Athembewegungen im Gange haltende Moment erkennen wollte, machte nach dem Vorgange Thiry's [3]) den Einwand [4]), dass bei Sauerstoffmangel die Kohlensäure aus dem Blute nicht oder schwieriger austreten könne, weil der eingeathmete Sauerstoff in den Lungen vielleicht durch chemische Vermittlung austreibend auf die Kohlensäure wirke. Ich zeigte durch Blutgasanalysen, dass das Blut eines Hundes, den man Stickstoff athmen lässt, in Folge der dann eintretenden heftigen Athembewegungen sich sehr vollkommen seiner Kohlensäure entledigt. Obwohl solches Blut dann viel ärmer an Kohlensäure als normales Blut sein kann, treten die Erstickungserscheinungen genau so ein, als ob

---

der Respiration. Sitzungsberichte der mathem.-naturwissensch. Classe der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1858. Bd. XXXIII. pg. 99.

1) Wenn ich mich hier nenne, wo noch andere Forscher zu nennen wären, glaube ich ein Recht dazu zu haben:

a) weil ich mit Wilhelm Dohmen zuerst die wahre Beziehung der Athemgase zu den Athembewegungen erkannt habe: Sauerstoffmangel und Kohlensäureanhäufung sind beide und jedes einzeln die Ursache der Athembewegungen;

b) weil ich zuerst den entscheidenden Beweis, durch Blutgasanalysen, geliefert habe, dass Dyspnoë entsteht durch Kohlensäureanhäufung ohne Sauerstoffmangel und ebenso durch Sauerstoffmangel ohne Kohlensäureanhäufung im Blute.

2) Ludwig Traube, Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie. Berlin 1871. Bd. I. pg. 288. 336.

3) Thiry, in Recueils des travaux de la société allemande de Paris. Paris 1865.

4) L. Traube a. a. O. Bd. I. pg. 464.

man die Luftröhre zugebunden hätte, einfach weil der Mangel an Sauerstoff die wesentliche Ursache ist. L. Traube erklärte darauf ausdrücklich, dass er wegen meiner Versuche den mit Thiry erhobenen Einwand zurückziehe und erkannte also Sauerstoffmangel und Kohlensäureanhäufung als Erreger der Athembewegungen an. (Beiträge I. pg. 468.) Traube hat auch hierdurch die Reinheit seiner wissenschaftlichen, nur die Wahrheit suchenden Gesinnungen bezeugt.

Zur Rettung der von Ludwig Traube selbst aufgegebenen Theorie versucht nun Ludimar Hermann[1]) einen neuen Einwand gegen meinen Versuch geltend zu machen. Der Sauerstoffmangel erzeugt nach der Ansicht des Letzteren eine so ungeheure Steigerung der Erregbarkeit des nervösen Athemcentrums, dass Kohlensäuremengen, die sonst kaum eine Erregung bedingen, nunmehr ausreichen, um die heftigsten, selbst zum Tode führenden Erstickungserscheinungen hervorzurufen. Um also nicht zugeben zu müssen, dass Sauerstoffmangel die Nervensubstanz des Athemcentrums errege, sieht er sich gezwungen, doch eine tiefgreifende Aenderung dieser Nervensubstanz einzuräumen, die sich durch eminent gesteigerte Erregbarkeit kundgibt.

Nach allen anderen Erfahrungen darf man aber schliessen, dass ein Umstand, welcher die **Erregbarkeit** der Nervensubstanz schnell und bedeutend **steigert**, auch

1) Ludimar Hermann. Zuletzt im Grundriss der Physiologie. Aufl. 5. Berlin 1874, pg. 156.

gleichzeitig **erregt**. Das unterliegt schon deshalb keinem Bedenken, weil alle lebendige Nervensubstanz sich fortwährend im Zustande der Erregung befindet. Das bezweifle ich nicht einmal für den ausgeschnittenen Nervus Ischiadicus eines frischen Nervmuskelpräparates vom Frosche, wenn auch die Reizung nicht so stark ist, dass der Muskel sich sichtbar zusammenzieht. Daraus erkläre ich, warum ein Musculus Gastroknemius, an dem ein langer Ischiadicus hängt, schneller seine Erregbarkeit verliert, als wenn der Nerv kürzer wäre. Denn der längere hat mehr Erregungen dem Muskel zugeführt und deshalb rascher den Verbrauch seiner Spannkräfte veranlasst. Die Schulausdrücke: Ruhe und Thätigkeit der Nerven beziehen sich in Wahrheit nur auf Gradationen desselben Zustandes.

Wenn man an einem sehr stillen Orte in irgend welcher Lage des Kopfes und Körpers die Aufmerksamkeit dem Gehörsinne zuwendet, hort man immer ein gleichbleibendes leises Klingen, das, wenn man es objectivirt, aus sehr weiter Ferne zu kommen scheint. Ich habe — beiläufig bemerkt — an meinen Ohren niemals irgend eine Krankheit gehabt oder irgend eine Abnormität bemerkt. Herr Dr. Oertmann hat sich auf mein Ersuchen ebenfalls von dem Vorhandensein jenes Klingens überzeugt und hört nach der mir gemachten Beschreibung offenbar dasselbe wie ich. Er hatte es vorher nie bemerkt.

Was für das Gehör, gilt ebenso für das Gefühl. Man lege seinen Körper möglichst bequem, so dass die Füsse und Hände mit Nichts als Luft in Berührung seien, die

weder das Gefühl von Wärme noch Kälte erzeuge. Nun richte man am besten bei geschlossenen Augen seine Aufmerksamkeit auf bald diesen bald jenen Finger, bald diese bald jene Zehe des Fusses, bald auf die rechte, bald auf die linke Seite. Das ist ein sonderbarer Versuch: ähnlich wie beim successiven Betrachten der verschiedenen Theile eines Gemäldes scheint jedesmal, beim Uebergang der Aufmerksamkeit von einem Glied zu einem anderen, im Bewusstsein das bisher beachtete Glied zu verschwinden, um dem neuen Platz zu machen, das sich jetzt durch den vollen Fluss der Empfindung sehr deutlich der Wahrnehmung darstellt. Ich bemerkte, dass manche Glieder sich leichter dem Bewusstsein auf Wunsch präsentiren als andere, so z. B. leichter Daumen, Zeige- und kleinster Finger: am schwersten der Ringfinger.

Aehnlich wenn auch schwächer wie der Gehörnerv und die Empfindungsnerven der Haut wirken fortwährend fast alle Organe, wobei sehr merkwürdig ist, dass diese Empfindungen zugleich die wenn auch nicht sehr bestimmte Vorstellung der Oertlichkeit veranlassen, von der sie ausgehen. Warum wir Schmerz erzeugende krankhafte Zustände in den Gedärmen richtig in den Unterleib, Affectionen der Pleura richtig in die Brusthöhle, Reizungszustände der Meningen des Gehirns richtig in den Kopf verlegen, ist nicht genügend durch die Berufung auf die Erfahrung erklärt. Hier liegt eine sehr verwickelte Erscheinung vor.

Zu den am schwächsten das Bewusstsein während der Abwesenheit äusserer adäquater Reize beeinflussenden

Nerven scheint der Geruchs- und Geschmacksnerv zu gehören.

Für die centrifugalen Nerven ist der Tonus bei Vielen wie z. B. den Gefässnerven sehr stark und wahrscheinlich bei Allen vorhanden.

Aus diesen Thatsachen folgt:

Bei möglichster Abhaltung von der Aussenwelt kommender Reize verbleibt in den Nerven ein erregter Zustand, welcher das Endorgan in derselben aber schwächeren Weise beeinflusst, wie es auch in Folge der adäquaten (normalen) Reize geschieht.

Der Gehörnerv in der Stille vermittelt also **leises** Klingen, die Haut und andere Organe ohne äussere Reize **schwache** Gefühle. Das sind **qualitativ** dieselben Gefühle, wie sie auch dort Töne, hier **äussere** die Haut und Organe treffende Reize auslösen.

Das Sehorgan liefert ein wunderbar schönes Beispiel, bei dem ich zugleich, um es zu erklären, etwas verweilen muss. Wenn wir die Augen schliessen, macht sich auf dem dunkeln Grunde des Sehfeldes ein schwacher Lichtnebel, das sogenannte „Lichtchaos“, „Lichtstaub des dunkeln Sehfeldes“ oder „Eigenlicht der Retina“ bemerkbar, welches allgemein als durch „innere Reizung“ bedingt angesehen wird, d. h. als der letzte Rest der auch ohne objectives Licht übrig bleibenden Erregung des Sehnerven. So wird das Verhältniss auch von Helmholtz[1])

---

1) H. Helmholtz: Physiologische Optik, 1867, pg. 201.

aufgefasst. Dieser Forscher ist ferner der Ansicht, dass es bei den Nachbildern eine wichtige Rolle spielt [1]). Soweit ist die Thatsache einfach, wie bei den bisher betrachteten Erscheinungen.

Bei dem Auge kommt aber ein ganz erstaunliches neues Moment hinzu, welches der Erklärung grosse Schwierigkeiten bietet, das ist das Schwarz. Das Schwarz betrachtet man als den Ausdruck der Ruhe des Opticus, und auch Helmholtz spricht sich in diesem Sinne in folgenden Worten [2]) aus:

»Wir wollen im vorliegenden Paragraphen also hauptsächlich aufsuchen, welche Empfindungen entstehen, wenn die von vorausgegangenem hellen Lichte afficirte Partie der Netzhaut von anderem äusseren Lichte getroffen wird. Ich bemerke jedoch gleich, dass auch ein Theil der Erscheinungen hierher gezogen werden muss, welche im scheinbar dunkeln Gesichtsfelde erscheinen, **weil es nämlich in Wirklichkeit kein absolut dunkles Gesichtsfeld giebt, vielmehr auch bei vollständigem Ausschluss alles äusseren Lichtes doch immer noch eine gewisse schwache Reizung der Netzhaut durch innere Einflüsse bestehen bleibt,** welche das schon im § 17 erwähnte Lichtchaos oder Eigenlicht des dunkeln Gesichtsfeldes hervorbringt.“

Daraus folgt also, dass nach Helmholtz „ein absolut dunkles“, d. h. absolut schwarzes Gesichts-

1) H. Helmholtz: Physiologische Optik, pg. 201.
2) H. Helmholtz: Physiologische Optik, pg. 357.

feld eintreten würde, wenn es möglich wäre, jene nach Ausschluss alles äusseren Lichtes noch übrig bleibende, schwache, durch innere Einflüsse bedingte Reizung des Sinnesorgans zum Verschwinden zu bringen.

Nun bezeichnet Helmholtz ferner mit Recht das Schwarz als eine positive Empfindung. Denn er sagt[1]):

„Das Schwarz ist eine wirkliche Empfindung, wenn es auch durch Abwesenheit alles Lichtes hervorgebracht wird. Wir unterscheiden die Empfindung des Schwarz deutlich von dem Mangel aller Empfindung. Ein Fleck unseres Gesichtsfeldes, von welchem kein Licht in unser Auge fällt, erscheint uns schwarz, aber die Objecte hinter unserem Rücken, von denen auch kein Licht in unser Auge fällt, mögen sie nun dunkel oder hell sein, erscheinen uns nicht schwarz, sondern für sie mangelt alle Empfindung. Bei geschlossenen Augen sind wir uns sehr wohl bewusst, dass das schwarze Gesichtsfeld seine Grenze hat, wir lassen es keineswegs sich hinter unseren Rücken erstrecken. Nur diejenigen Theile des Gesichtsfeldes, deren Licht wir wahrnehmen können, wenn solches vorhanden ist, erscheinen schwarz, wenn sie kein Licht aussenden.“

Da das Phänomen des schwarzen Gesichtsfeldes zu den complicirtesten und paradoxesten Thatsachen der speciellen Nervenphysiologie gehört, dürften folgende Bemerkungen gerechtfertigt erscheinen, in denen ich einige für die Optik, so viel ich weiss, neue Gesichtspunkte zur Sprache bringen will.

1) Helmholtz, Physiologische Optik, pg. 281.

Jede Empfindung setzt eine Thätigkeit des Sinnesorganes voraus, dessen Empfindung sie ist. Wir sind aber gewohnt zu sehen, dass alle Thätigkeiten des Sinnesorganes immer erzeugt werden können durch Reizung der wesentlichen Nerven dieses Sinnesorganes. Hier haben wir aber die wunderbare Thatsache, dass diejenige Thätigkeit des Sinnesorganes der Augen, welche die Empfindung des Schwarz erzeugt, niemals durch Reizung des Sehnerven erzeugt werden kann, sondern im Gegentheil vernichtet wird. Denn die Reizung des Sehnerven verscheucht das Schwarz um so entschiedener, je stärker sie ist, und an Stelle des Schwarz erscheinen Licht und Farben.

Um dieser Paradoxie zu entgehen, könnte man auf den Gedanken kommen, Schwarz und Weiss seien beide durch denselben Erregungszustand des Opticus bedingt; es handle sich nur um sehr bedeutende Unterschiede in der Stärke dieses Erregungszustandes, welche vom Bewusstsein verschieden empfunden würden. Man könnte sich hierbei berufen auf die Wahrheit, dass es überhaupt kein absolutes Schwarz gebe, welches je nach der Erregbarkeit der Retina und dem simultanen oder successiven Contrast bei Vergleichung mit helleren und dunkleren Theilen des Gesichtsfeldes bald mehr bald weniger Tiefgrau sei. Es liesse sich hierfür noch geltend machen, dass die Qualität aller Farbenempfindung sich mit der Helligkeit der Farbe ändere. Es ist aber sofort einzuwenden, dass es sich nach der Theorie von Thomas Young und Helmholtz bei jener mit der Helligkeit

veränderlichen Qualität der Empfindung nicht um ein Mehr oder Weniger desselben Erregungsprocesses handelt.

Auf die complementären Nachbilder, die wichtige Beiträge in dieser Frage liefern werden, will ich wegen der vielfachen thatsächlichen Unsicherheiten nicht eingehen.

Alle diese Erklärungsversuche scheitern daran, dass die Empfindung Schwarz ceteris paribus um so stärker wird, je kleiner die Reizung des Opticus ist.

Man muss also Weiss und Schwarz, wie es auch alle Menschen thun, als zwei verschiedene Dinge betrachten, als Gegensätze, welche nicht auf denselben, sondern verschiedenen Erregungszuständen des Sinnesorganes beruhen. Für diese Auffassung will ich nun auf eine wichtige Beziehung hinweisen, die merkwürdiger Weise noch Niemand bemerkt hat.

Das Auge ist nach den Lehren der Entwicklungsgeschichte ein modificirtes Stück der äusseren Haut. Nun besitzen alle Sinnesorgane zweierlei Arten centripetaler Nerven nämlich erstens: die allen Theilen des Körpers überhaupt zukommenden Gefühlsnerven und zweitens: specifische nur diesem Sinnesorgane und keinem anderen Organe zukommende Sinnesnerven.

Die Gefühlsnerven der Haut, die wahrscheinlich mit den Tastnerven identisch sind, bilden die erste allgemeine Gruppe; die der Haut specifisch zukommenden Sinnesnerven sind aber die zur Wahrnehmung der Wärme bestimmten: die Temperaturnerven. Denn Gefühl hat jedes Organ, Temperaturempfindung aber die Haut allein. Sowie strah-

lende Wärme und Licht specifisch dieselben physikalischen Vorgänge sind, so sind Sehnerven und Temperaturnerven die phylogenetisch analogen Sinnesnerven. Also die Wärmeempfindung entspricht der Lichtempfindung und die Abwesenheit der Wärme erzeugt das Gefühl der — **Kälte.** Also Kalt ist das Schwarz des Hautsinnes. Wie Jenes durch Abwesenheit resp. Verringerung von Wärme, so wird Dieses durch Abwesenheit resp. Verringerung von Licht erzeugt. Auch hier haben wir dieselben Gegensätze so sehr, dass das Gefühl der Wärme das der Kälte ganz ausschliesst, und dass das Gefühl des Kalten um so energischer wird, je geringer die Anregung durch Wärme ist. Auch hier macht sich der merkwürdige Einfluss des simultanen und successiven Contractes sehr stark geltend. Da nun starke Erregung der Sehnerven immer das Schwarz verscheucht und stärkere Erwärmung der normalen Haut immer die Kälte, Weiss das Schwarz, Warm das Kalt ausschliesst, so wird es sehr wahrscheinlich, dass je dieselbe Sinnessubstanz im Gehirn das Gefühl von Beiden erzeugt, die sich einander ausschliessen, weil sie je zwei verschiedene Zustände derselben Substanz sind.

Demnach befindet sich das Centralorgan des Gesichts- und Temperatursinnes in stetiger Erregung, welche bei Abwesenheit äusserer Reize die Empfindung von Schwarz und Kalt, bei Anwesenheit derselben die von Licht und Wärme erzeugt. Man hat sich also zu denken, dass die Natur der Zersetzungen und Schwingungen der Atome im Centralorgane sich ändert, sobald die Innervation durch den Sinnesnerven es erregt.

Wenn, wie ich gefunden habe, Vielen, selbst exacten Naturforschern die Ansicht von Helmholtz, dass Schwarz eine wirkliche Empfindung sei, nicht einleuchten wollte, so werden sie die Richtigkeit der Lehre dieses grossen Philosophen nicht mehr bezweifeln, wenn sie, an obige Analogie denkend, zugeben müssen, dass Kalt wohl eine Empfindung ist.

Die bis dahin mitgetheilten Betrachtungen mögen genügen, dem Satze, dass es im Nervensysteme eines lebendigen Körpers keine absolute functionelle Ruhe giebt, die hinreichende Begründung zu sichern. Die Wärme zersetzt die lebendige Substanz continuirlich und erhält sie in Erregung. Die »Spaltungsgeschwindigkeit« ist immer vorhanden, und wächst bei der Innervation bedeutend. Die Erregbarkeit steigern heisst die »Spaltungsgeschwindigkeit«, also auch die Reizung vermehren, folglich auch **Reizen**!

Es giebt aber noch einen anderen Gesichtspunkt, welcher gegen die Theorie von Ludimar Hermann ins Gewicht fällt. Diese würde nur dann zu einer plausiblen Mechanik führen, wenn Sauerstoffverbrauch und Kohlensäurebildung parallel liefen. Je nach der Natur der Nahrungsmittel und den physiologischen Zuständen kommt es aber nicht bloss vor, dass der Sauerstoffverbrauch wächst, und die Kohlensäureproduction abnimmt, sondern auch, dass die letztere steigt, während der erstere sinkt. Ebenso können beide Werthe sich in gleichem Sinne aber nach verschiedener Proportion ändern. Es ist also nicht einzusehen, wie der Sauerstoffmangel, der doch zunächst

nur durch den Sauerstoffverbrauch bedingt ist, die Erregbarkeit des Athemcentrums jedesmal gerade so viel steigern soll, dass die von diesem Sauerstoffmangel ganz unabhängige Kohlensäurespannung nun gerade so stark die Athembewegungen anregt, wie es für den jeweiligen Sauerstoffverbrauch am vortheilhaftesten ist. Denn bei gleichem Sauerstoffmangel kann doch die Kohlensäurespannung grösser und kleiner sein. Wenn z. B. die Kohlensäureproduction ab, der Sauerstoffverbrauch aber zunähme, so könnte es sich ereignen, dass die Energie der Athembewegungen sich gar nicht änderte, ja sogar abnähme. Denn wenn auch die stärkere Reduction des Blutes, d. h. die durch den grösseren Verbrauch bedingte grössere Verarmung an Sauerstoff eine Steigerung der Erregbarkeit des Athemcentrums bedingte, so könnte gleichzeitig die Kohlensäurespannung so bedeutend gesunken sein, dass in Folge der Abnahme des reizenden Agens keine Steigerung, sondern eine Verringerung der Erregung des Athemcentrums eintreten müsste. In einem solchen Falle verlangt die Kohlensäure freilich keine Steigerung der Athembewegungen, wohl aber der Sauerstoff.

Ich meine also, dass, weil Sauerstoffabsorption und Kohlensäureausscheidung zwei unabhängig von einander in der Zeit sich ändernde Bedürfnisse sind, eine besondere Mechanik für jedes einzelne dieser Bedürfnisse bestehen muss. Schon Aristoteles[1]) hat diesem Gedanken in

1) Aristoteles' Politik, mit erklärenden Zusätzen ins Deutsche übertragen von Jacob Bernays. Berlin 1872. pg. 5.

den Büchern über Politik einen wunderbar scharfen Ausdruck gegeben: »denn Nichts schafft die Natur in ärmlicher Weise, wie die Messerschmiede das delphische Messer, sondern zu je einem Zweck schafft sie ein besonderes Mittel; kann doch auch ein jedes Werkzeug nur dann in grösster Vollkommenheit hergestellt werden, wenn es nicht zu mehreren, sondern nur zu Einer Arbeit dienen soll«.

Ferner aber spricht die Analogie ohnehin für meine Auffassung.

Ist das Gefühl der Kälte keine Erregung wegen Mangel an Wärme?

Ist das Gefühl des Schwarz keine Erregung wegen Mangel an Licht?

Ist der Hunger keine Erregung, welche der Mangel bestimmter Materie, nämlich der Nahrungsstoffe, hervorruft?

Ist der Durst keine Erregung, die der Mangel bestimmter Materie — nämlich des Wassers — erzeugt?

Ist es also auffallend, dass der Trieb Luft zu athmen, wesentlich Sauerstoffhunger ist, eine Erregung, die durch Mangel an Sauerstoff bedingt wird?

Wie ich finde, hat schon Wilhelm Müller[1]) vor langer Zeit auf die Analogie mit Hunger und Durst Bezug genommen.

Die Thatsache, dass die Abwesenheit einer Materie

---

1) Wilhelm Müller, Beiträge zur Respiration. Wiener Sitzungsber. der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Bd. XXXIII. pg. 141.

oder einer Kraft so ungeheure Wirkungen im Gefolge hat, kann nicht paradox erscheinen, wenn man bedenkt, dass die Wegnahme einer Säule ein gewaltiges Gebäude zum Einsturze bringen kann, dass die Entfernung des Sperrhakens einer Uhr deren Gang veranlasst, dass das Verdunsten des Oels von den Axen der Eisenbahnwagen die Axen in Brand gerathen lässt, oder dass Hungersnoth die Menschen und Thiere dazu antreibt, ihres Gleichen zu fressen. Das letzte Beispiel dürfte das richtigste sein.

Wie die Chemie lehrt, entstehen durch alle Zersetzungen der Materie immer zunächst freie Affinitäten, die sich stets sättigen — und zwar je nach der Natur der den Affinitäten sich darbietenden Atome auf fast unendlich verschiedene Weise. Bietet man den frei gewordenen Affinitäten durch Zufuhr verschiedenartiger Atome die Wahl an, so sättigen sie sich nach dem Gesetz der grösseren Verwandtschaft.

Da nun die Oxydation fortwährend freie Affinitäten erzeugt, von denen bestimmte zur Aufnahme von Sauerstoff neigen, so ist es begreiflich, dass, wenn kein Sauerstoff da ist, eine andere Art der Befriedigung der freien Affinitäten eintritt. Die Molecüle der lebendigen Materie, welche mit Begierde den Sauerstoff verzehren wollten, verzehren bei Mangel desselben sich gegenseitig selbst. Dafür spricht auch, dass die erneute Sauerstoffzufuhr bei oft nur 1 Minute erstickten höheren Geschöpfen das Leben nicht zurückruft. Denn die für den Sauerstoff bestimmt gewesenen Affinitäten haben sich anderweitig befriedigt — die Molecüle sind geschlossen worden, wie der Che-

miker sagt. Niemand aber hat den Schlüssel, sie wieder aufzuschliessen. Der Mensch ist todt! Das Leben kann nur bei tiefer Kälte und Vorrath an »intramolecularem« (durch die Respiration früher aufgenommenen) Sauerstoff zum Stillstande kommen (Winterschlaf) und dann bei geringer Erwärmung die Wiederentzündung durch Wanderung des intramolecularen Sauerstoffs beginnen, der die Molecüle wieder aufschliesst[1]).

Wenn also bei einem Menschen oder Thiere in

---

1) Die dargelegte Theorie über die Ursache des durch Erstickung fast blitzschnell eintretenden **absoluten** Todes des Warmblüters ist ein starkes Argument für die von mir aufgestellte Ansicht, dass die **Wärme** und nicht hypothetische Fermente die wesentliche Ursache der Zersetzung der lebendigen Materie seien. Ich habe in den Schriften von Lavoisier einen Gedanken gefunden, welcher dem meinigen sehr nahe liegt. Lavoisier sagte:

»Man darf sich nicht wundern, dass diese Verbrennung in der Lunge stattfindet, wenn man sieht, dass der Dünger, dessen Natur sich sehr der des Blutes nähert, sich entzündet, — wie Einer von uns nachwies — bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, d. h. bei 8 bis 10°; man kann sich darüber um so weniger wundern, als diese Verbrennung durch den Wärmegrad begünstigt wird, den sie erregt, wie es bei fast allen Verbrennungen vorkommt, dass sie, einmal begonnen, aus sich fortfahren, ohne andere Hülfe als durch fortwährende Zufuhr von Luft und Brennmaterial.« (Lavoisier Oeuvres II, pg. 708.)

Dass auch Fermentwirkungen bei Lebensprocessen vorkommen mögen, konnte und wollte ich keineswegs leugnen, wie Otto Nasse meine Angaben missverstehend glaubte. Der Begriff des Fermentes umfasst nur so verschiedenartige Processe und ist mechanisch so dunkel, dass man sich seiner so lange als möglich erwehren muss. Uebrigens wirken ja viele Fermente z. B. gerade alle Verdauungsfermente absolut so wie die Wärme, d. h. erhöhte Temperatur bei Gegenwart von Wasser.

Folge von Sauerstoffmangel Athemnoth erzeugt wird, begreift sich, dass geänderte Beziehungen zwischen den Atomen und Molecülen der Nervenmaterie des Athemcentrums eintreten werden. Denn die wegen Sauerstoffmangel nicht befriedigten Affinitäten erzeugen Näherungen von Atomen, die unter gewöhnlichen Verhältnissen sich entfernter von einander befinden. Ja diese nicht befriedigten Affinitäten könnten wohl auch eine Annäherung der Molecüle der Nervensubstanz des Athemcentrums bewirken. Sollte sich nun die Wanderung des intramolecularen Sauerstoffs so vollziehen, dass, wofür Manches spricht, ein Molecül denselben an ein benachbartes abgibt, so wäre die Uebertragung des Sauerstoffs erleichtert, also die Umsetzung von Spannkraft in lebendige Kraft begünstigt. Ist aber die Wanderung des intramolecularen, die innere Oxydation bedingenden Sauerstoffs rein intramolecular, d. h. von einem Atome eines Molecüles nach einem anderen Atome desselben Molecüles gerichtet, wie etwa bei den Nitrokörpern vom Stickstoff- zum Kohlenstoffatom, so wäre ja auch begreiflich, dass wegen der stattgehabten Lageänderung der Atome die innere Oxydation, also Reizung begünstigt sein könnte.

Diese Erörterungen, deren zum Theil hypothetischen Charakter ich keineswegs verkenne, geben eine befriedigende Vorstellung von der Mechanik der Wirkung des Sauerstoffmangels.

Ob und wieviel die sogenannten „reducirenden Substanzen", welche im Körper bei Sauerstoffmangel auftreten, noch nebenbei zur Erregung der Athembewegungen

beitragen, muss zukünftigen Forschungen überlassen bleiben. Nun scheint es aber nicht wahrscheinlich, dass, wo Ein Mittel ganz ausreicht, die Natur sich zweier ganz verschiedener bedienen sollte.

Unser Princip gibt auch auf die Beziehung der Kohlensäure zu den Athembewegungen Antwort. Sobald dieses Oxydationsprodukt sich in den Körpersäften und dem Blute anhäuft, bedroht es, vermöge seiner giftigen irritirenden Eigenschaften die Lebensvorgänge in allen Zellen und erregt dadurch auch die Nervenzellen des verlängerten Marks, welche die Athembewegungen veranlassen. Also mangelhafte Ausscheidung der Kohlensäure veranlasst gesteigerte Aushauchung; analog wie die Anhäufung anderer Auswurfsstoffe, z. B. des Koths oder Harns, die Ausstossung zur nothwendigen Folge hat. — Wer wollte, könnte heute gegen die erregende Wirkung der Kohlensäure einen analogen Einwand machen, wie ihn oben Ludimar Hermann gegen den Sauerstoffmangel als Reizursache aufgestellt hat. Wenn nämlich die Kohlensäure die Oxydationsprocesse der Zellen hindert, würde man daran denken dürfen, dass die durch sie scheinbar hervorgerufene Reizung der Medulla oblongata doch nur durch Sauerstoffmangel bedingt sei. Ich glaube an diesen Einwand nicht, weil ich dem allgemeineren Gesichtspunkte folge. —

Unter allen Thatsachen, welche Beispiele für das zweite Gesetz der teleologischen Mechanik darstellen, ist aber keine, die an weittragender Bedeutung verglichen werden kann der Arbeit, welche das centrale Nervensystem

für andere Organe und den ganzen Körper leistet. Unendlich mannigfaltig ist die den Bedürfnissen des Individuums angepasste Wirksamkeit. Die bewusste Psyche selbst sucht fortwährend durch die oft verwickeltsten Wege die Wohlfahrt des eigenen Ich zu sichern und für die Befriedigung aller Bedürfnisse die möglichst günstigen Bedingungen herbeizuführen. In sehr vielen Fällen leitet sie der Instinkt als weiser Berather, wie wir oben genauer erörtert haben. Die Mechanik dieser Regulation ist relativ einfach und auf das Princip der Lust und Unlust basirt. Denn alle diejenigen Bedingungen, welche für die Befriedigung der Bedürfnisse des Individuums und der **Art** vortheilhaft sind, pflegen im Allgemeinen die Lust zu erregen, also erstrebt, umgekehrt diejenigen, welche der Wohlfahrt schädlich, wegen Erzeugung der Unlust gemieden werden. Wo also die Natur den Willen des Individuums leitet, überhäuft sie es mit Glückseligkeit, wenn es ihr gehorcht; peinigt sie es, wenn es ihr widerstrebt und, damit auch der letzte Weg verschlossen sei, auf dem es ihrer Gewalt entrinnen kann, nämlich der Selbstmord, hat sie es mit dem starken Triebe der Selbsterhaltung ausgerüstet, der es zwingt, trotz Krankheit und Qual und endloser Sorge und Ungemach Jahr um Jahr auszuharren bis zu dem Grabe.

So ist das Geschöpf der Macht der Natur überliefert, deren auf den Egoismus berechnete, alle Scalen von Qual und Entsetzen bis zum Entzücken erregende Werkzeuge furchtbar sind. Der Wahrheit zu viel birgt des Stagiriten Wort:

»Dämonisch ist, nicht göttlich die Natur.«[1])

Vermöge der allmählig entstandenen wenigstens theilweisen Uebervölkerung der Erde und dem daraus für den Menschen erwachsenden Kampf um die Existenz, mussten häufig die Individuen der Bedürfnisse halber in Conflikt gerathen. Der kalte Verstand zeigte, dass die Versagung der augenblicklichen Befriedigung eines Triebes dem Individuum in der Folge nicht selten viel grössere Vortheile bietet, als die Entsagung im Augenblicke schädigt. Das Thier, so weit es nicht durch Instinkt anders geführt ist, folgt also nur den Bedürfnissen des Augenblicks, der Mensch auch denen der Zukunft. Die Lehren der Tugend sind deshalb die der höchsten Lebensklugheit. Bei einigen Menschen hat sich das Vermögen, die eigenen Triebe zu bändigen, dermassen entwickelt, dass sie bei der Erwägung ihrer Handlungen von ihrer Person so sehr abzusehen vermögen, um sich für ihres Gleichen zu opfern. Die Tugend hat sich in solchen Fällen bei dem menschlichen Individuum mit Rücksicht auf die eigene Persönlichkeit von ihrer egoistischen Wurzel nicht selten vollkommen losgelöst. Der Macht der Natur, welcher Alle unterliegen, scheint der Held entflohen, gottähnlich dem staunenden Auge der Menschen. —

Ein interessantes Beispiel, welches schliesslich noch die von mir gewählte Fassung des zweiten Gesetzes zu begründen geeignet ist, bietet die Regulation der Kör-

1) Aristoteles. De Divinat. per somn. cap. II. 35. Ed. Did. 3. pg. 514.

ἡ γὰρ φύσις δαιμονία, ἀλλ' οὐ θεία.

pertemperatur bei den Warmblütern, wenn unter ungewöhnlichen Verhältnissen, z. B. durch künstliche Erhitzung, die Temperatur des Blutes die Norm zu überschreiten gezwungen wird. Denn in diesem Falle tritt nicht Ein Organ allein als Helfer in der Noth auf, sondern viele.

Steigerung der Temperatur des verlängerten Marks bedingt, wie Goldstein gezeigt hat, eine ausserordentliche Verstärkung der Athembewegungen, also beschleunigte Verdunstung von Wasser in den Lungen und Abkühlung des durch sie circulirenden Blutes.

Wie seit alten Zeiten bekannt, erregt die Steigerung der Temperatur des Herzens über die Norm auch eine bedeutende Zunahme der Arbeit dieses Organes, also schnellern Kreislauf des Blutes, das jetzt in grösseren Mengen durch die abkühlende Haut fliesst.

Nach Luchsinger's[1]) neuesten Untersuchungen reizt die gesteigerte Temperatur des Rückenmarks die Centralorgane der Schweisssecretion sowie die der Hemmungsnerven der Blutgefässe der Haut. Das überhitzte Rückenmark erzeugt also blutreiche, schweisstriefende Haut und stellt so eine gewaltige Hülfe zur Bewältigung der das Leben bedrohenden Gefahr.

Es scheinen ausser den genannten noch mehr Organe ihre Arbeit zu modificiren, worauf z. B. die herabgesetzte secretorische Thätigkeit der Nieren, die Abnahme der psychischen und motorischen Energie u. s. w. hinweisen.

---

1) B. Luchsinger. Neue Versuche zu einer Lehre von der Schweisssecretion. Arch. f. die ges. Physiol. Bd. 14. 1876. pg. 369. — Ferner: Derselbe a. a. O. pg. 383. — Derselbe pg. 391.

In allen diesen Fällen ist es die abnorm gesteigerte Temperatur der inneren Organe selbst, welche mit Nothwendigkeit solche Veränderungen der Funktionen der Organe erzeugt, wie es zur Herabdrückung der Körpertemperatur besonders zweckmässig ist.

Diess weist bereits darauf hin, dass unter normalen Verhältnissen die Temperaturregulation durch die Haut und wesentlich nicht durch die edlen inneren Organe vermittelt wird, weil die Temperatur der letzteren ja durch die Regulation constant erhalten werden soll, die Nichtconstanz dieser Temperatur aber gerade die wesentliche Voraussetzung der activen Betheiligung der inneren Organe bei der Regulation ist.

---

§ 6. Schluss.

Wo also die physiologische Forschung hinreichend weit vorgeschritten ist, führt sie zu der Erkenntniss, dass die vernunftgemässen Accomodationen der lebendigen Wesen immer dem »teleologischen Causalitätsgesetz« unterworfen sind.

Vielleicht macht ein Gleichniss die Mechanik der zweckmässigen Reactionen der lebendigen Wesen am klarsten. Man denke sich eine grosse musikalische Spieldose, deren innere Einrichtung so beschaffen ist, dass sie, nachdem ihr Uhrwerk aufgezogen, tausend verschiedene Lieder

spielen kann. Es befinden sich tausend Zapfen an der Dose, die in solche Verbindung mit der Mechanik derselben gebracht sind, dass eine durch den Finger der Hand bewirkte Verschiebung eines einzigen bestimmten Zapfens ein ganz bestimmtes Lied auslöst. Wir können uns ferner die Einrichtungen so getroffen denken, dass von der Grösse der Verschiebung des auslösenden Zapfens die Stärke der die Melodie bildenden Töne abhängt. Nun repräsentiren die verschiedenen Melodieen die verschiedenen Vorgänge im Körper des Thieres, welche nothwendig sind, um die im gewöhnlichen Lauf des Lebens etwa nothwendig werdenden Bedürfnisse zu befriedigen oder häufiger vorkommende Störungen auszugleichen. Die Mechanik ist im Thiere so eingerichtet, dass jede Ursache eines Bedürfnisses, die ja in einer stofflichen oder functionellen Aenderung der lebendigen Materie besteht, gerade durch diese Aenderung den bestimmten Zapfen bewegt, der die richtige, d. h. das Bedürfniss befriedigende Melodie auslöst. Hieraus folgt, dass, was ja auch in der Natur wirklich vorkommt, Störungen eintreten können, zu deren Beseitigung keine geeignete Mechanik existirt, so dass der Organismus dann unzweckmässig arbeitet, ja zu Grunde geht, oder dass der eine Melodie auslösende Zapfen einmal auch durch eine andere Ursache als die normale in Bewegung versetzt wird, also zu einer Zeit, wo die bewirkte Reaction nicht nöthig, ja vielleicht schädlich ist u. s. w. So viel steht thatsächlich fest, dass die Zweckmässigkeit der Arbeit keine absolute ist, sondern nur unter bestimmten Voraussetzungen existirt.

Gerade hierin offenbart sich der rein mechanische, jeder Willkür entzogene Charakter.

Man erwäge nun, dass der Mensch seine musikalischen Dosen, die bereits viele Lieder spielen können, aus verhältnissmässig groben Stücken von Metall oder Holz herstellt. Die Natur aber arbeitet mit Atomen und kann also auf sehr kleinem Raume eine Spieldose erzeugen, die Millionen der verschiedensten Melodieen spielt, welche auf Millionen möglicherweise im Lauf des Lebens eintretender Bedürfnisse genau berechnet und eingestellt sind.

Wie diese teleologische Mechanik entstanden, bleibt eines der höchsten und dunkelsten Probleme. Einer der grössten griechischen Philosophen Empedokles[1]), der 484—424 v. Chr. lebte, nimmt an, dass die Natur am

---

1) Empedokles sagt in dem Fragment *ΕΚ ΤΟΥ ΠΕΡΙ ΦΥΣΕΩΣ ΔΕΥΤΕΡΟΥ*:

αὐτὰρ ἐπεὶ κατὰ μεῖζον ἐμίσγετο δαίμονι δαίμων,
255 *ταῦτά τε συμπίπτεσκον ὅπῃ συνέκυρσεν ἕκαστα,*
ἄλλα τε πρὸς τοῖς πολλὰ διηνεκῆ ἐξεγένοντο.

(Siehe: Empedoclis Agrigentini Fragmenta disposuit etc. Henricus Stein. Bonnae MDCCCLII. pg. 64.)

Die metrische Uebersetzung dieser Stelle durch Lommatzsch (Die Weisheit des Empedokles etc. bearbeitet von Lommatzsch. Berlin 1830. pg. 281) lautet:

»Aber als sich zumeist der Geist dem Geiste gemischet,
»Fiel nun solches zusammen, wie jedes zusammengetroffen
»Und es entstand fortwährend zu diesem auch Vieles des andern.«

Da diese zu ängstlich am Wort hängende Uebersetzung dem Gedanken des Empedokles zu wenig gerecht wird, habe ich die Strophe anders gefasst:

Anfange zahllose Klumpen verschiedenartiger lebendiger Materie erzeugt habe, die so lange wieder zu Grunde ging, bis zufällig einmal solche entstand, welche unter den vorhandenen äusseren Bedingungen existenzfähig war. Es scheint mir, dass kein lebendiges Wesen im strengen Sinne existenzfähig genannt werden kann, weil Alle nach langer, aber auch oft sehr kurzer Zeit wieder mit innerer Nothwendigkeit zu Grunde gehen. Denn der Tod des Individuums ist ein Naturgesetz. Richtiger muss als noth-

---

»Aus dem dämonischen, kreisenden Urgemische des Chaos
»Einten sich bei der Berührung die jung entsteh'nden Gebilde;
»Immer von Neuem wuchsen empor zahllose Gestalten.«

Da nur Fragmente von Empedokles vorhanden sind, ist man vielfach auf die Berichte anderer Autoren über seine Lehren angewiesen. Aristoteles (Phys. II. 8) gibt hier folgende Aufklärung:

ὅπου μὲν οὖν ἅπαντα συνέβη, ὥσπερ κἂν εἰ ἕνεκά του ἐγίνετο, ταῦτα μὲν ἐσώθη ἀπὸ τοῦ αὐτομάτου συστάντα ἐπιτηδείως· ὅσα δὲ μὴ οὕτως. ἀπώλετο καὶ ἀπόλλυται, καθάπερ Ἐμπεδοκλῆς λέγει τὰ βουγενῆ ἀνδρόπρωρα.

Diese Worte enthalten dasselbe Princip, welches Charles Darwin seiner Descendenztheorie zu Grunde gelegt hat. Aristoteles selbst polemisirt hier (Phys. II. 8) gegen dieses Princip. Die Uebersetzung jener merkwürdigen Stelle nach Prantl (Aristoteles' Acht Bücher Physik, herausgegeben von Dr. Prantl. Leipzig 1854. p. 91.) lautet:

»»und die Dinge dann nun, bei welchen alles einzelne gerade so sich ergab, als wenn es um eines Zweckes willen entstünde, diese hätten sich, nachdem sie grundlos von selbst in tauglicher Weise sich gebildet hätten, auch erhalten; bei welchen aber dies nicht der Fall war, diese seien schon zu Grunde gegangen und gingen noch zu Grunde, wie Empedokles von den »Rinder-entsprossenen Männergesichtigen« sagt.««

wendige Eigenschaft der Urmaterie, von der sich die belebte Natur ableitet, angenommen werden, dass sie vermöge der Succession ihrer schliesslich zum Tode führenden Metamorphosen die Zeugung ihres Gleichen ausführen konnte, noch ehe sie vermöge ihrer Organisation wieder zu Grunde ging. Diese erste lebendige Materie am Anfang der Dinge muss die Fähigkeit besessen haben: sich zu ernähren, zu wachsen, sich fortzupflanzen, sowie in zweckmässiger Weise auf ihre Umgebung zu reagiren. Die fundamentalsten Probleme der Physiologie sind also eigentlich schon mit der ersten lebendigen Urmaterie gegeben.

Ich habe über das Wesen der Vorgänge, welche die Schöpfung der lebendigen Natur bedingten, eine Hypothese[1]) aufgestellt, welche wenigstens die Möglichkeit eines Verständnisses zu eröffnen scheint, wie in Uebereinstimmung mit dem Causalitätsgesetz und allen bekannten Erfahrungen das grösste Ereigniss der Welt sich vollzogen haben mag.

---

1) E. Pflüger. Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 10. pg. 251.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

